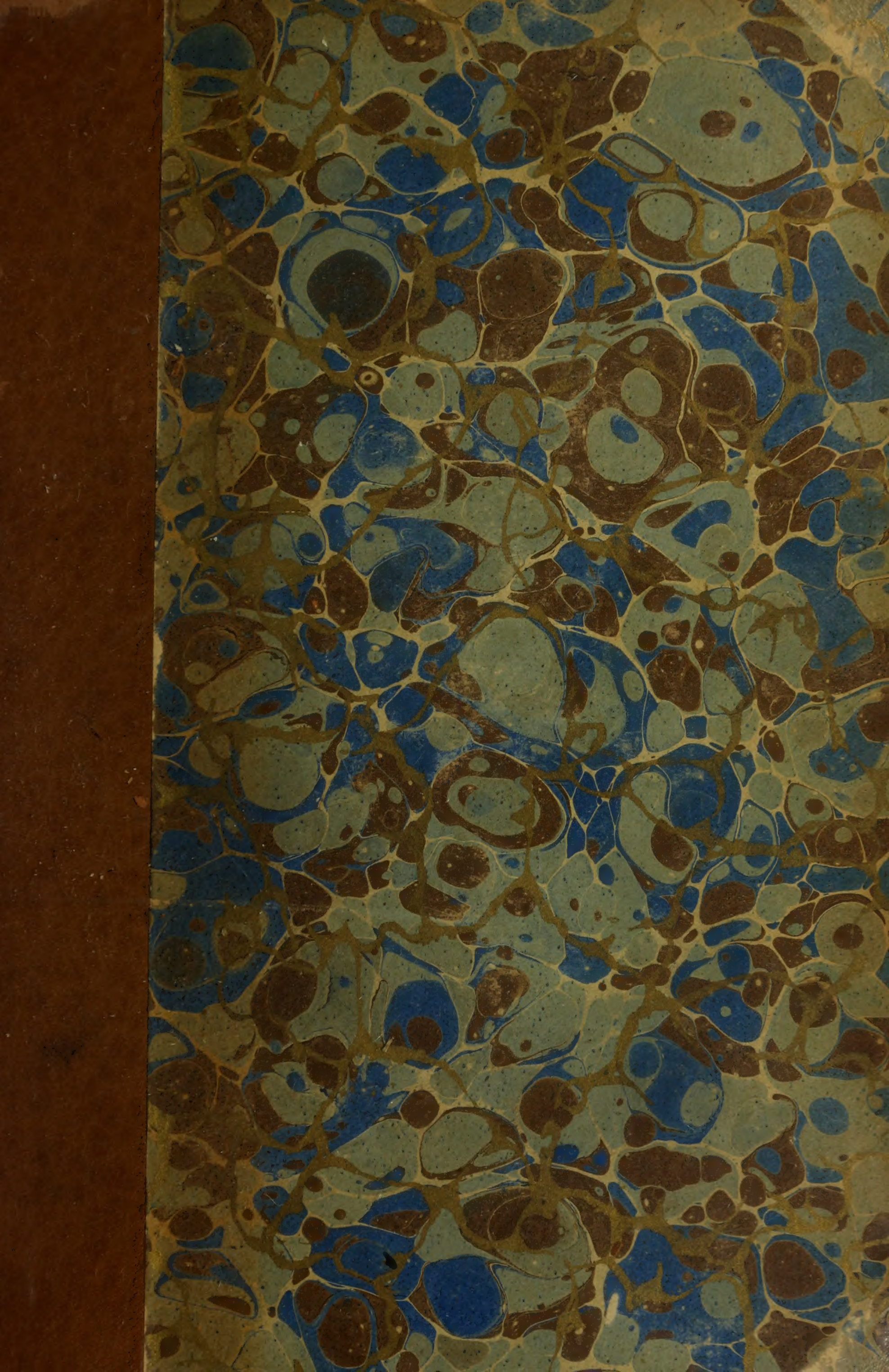
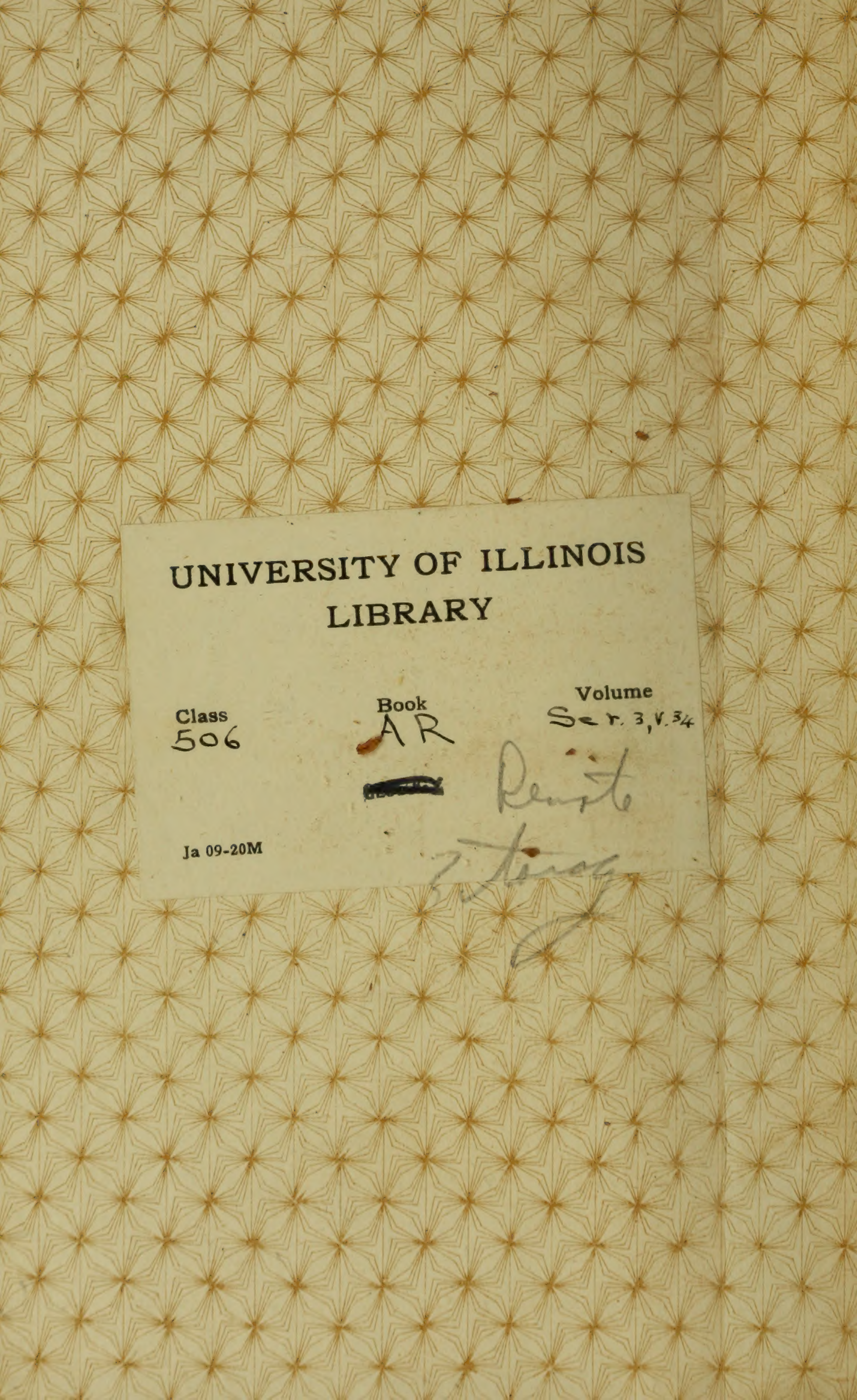



UNIVERSITY OF ILLINOIS
LIBRARY
Class
506
Book
AR
[redacted]
Volume
Ser. 3, v. 34
Ja 09-20M



ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

Genève. — Imprimerie Aubert-Schuchardt.
Rey et Malavallon, successeurs.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TROISIÈME PÉRIODE

TOME TRENTE-QUATRIÈME

GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

LAUSANNE — GEORGES BRIDEL — Place de la Louve, 1

PARIS — G. MASSON — Boulevard St-Germain, 120

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, H. GEORG, A BALE

1895

SOLUTION GÉNÉRALE

DES

ÉQUATIONS DE MAXWELL

POUR UN MILIEU CONDUCTEUR, HOMOGÈNE ET ISOTROPE

PAR

Kr. BIRKELAND

---

§ 1.

Dans les recherches suivantes, nous considérons l'état électromagnétique dans un milieu conducteur, homogène et isotrope, possédant les coefficients d'induction électrostatique et magnétique ε et μ et la conductibilité spécifique λ. Appelons X, Y, Z les composantes de la force électrique et L, M, N celles de la force magnétique en un point $[x, y, z]$ du milieu.

Ces six grandeurs sont des fonctions des coordonnées x, y, z et du temps t écoulé depuis une origine arbitrairement choisie.

$$(1)\left\{\begin{array}{ll} X = X(x, y, z, t) & L = L(x, y, z, t) \\ Y = Y(x, y, z, t) & M = M(x, y, z, t) \\ Z = Z(x, y, z, t) & N = N(x, y, z, t)\,. \end{array}\right.$$

Ces fonctions caractérisent complètement l'état électromagnétique à chaque instant. Si nous faisons $t = 0$,

nous aurons six fonctions ne contenant que x, y, z et rendant compte de l'état électromagnétique à l'instant initial.

$$(2)\quad \begin{cases} X_0 = X_0(x, y, z) & L_0 = L_0(x, y, z) \\ Y_0 = Y_0(x, y, z) & M_0 = M_0(x, y, z) \\ Z_0 = Z_0(x, y, z) & N_0 = N_0(x, y, z)\,. \end{cases}$$

Les variations subies successivement par les fonctions (1) seront données par les équations différentielles de Maxwell qui, avec les notations de Hertz[1], prennent la forme suivante :

$$(3\,a)\quad \begin{cases} A\varepsilon \dfrac{dX}{dt} = \dfrac{dM}{dz} - \dfrac{dN}{dy} - 4\pi\lambda AX \\ A\varepsilon \dfrac{dY}{dt} = \dfrac{dN}{dx} - \dfrac{dL}{dz} - 4\pi\lambda AY \\ A\varepsilon \dfrac{dZ}{dt} = \dfrac{dL}{dy} - \dfrac{dM}{dx} - 4\pi\lambda AZ\,, \end{cases} \qquad (3\,b)\quad \begin{cases} A\mu \dfrac{dL}{dt} = \dfrac{dZ}{dy} - \dfrac{dY}{dz} \\ A\mu \dfrac{dM}{dt} = \dfrac{dX}{dz} - \dfrac{dZ}{dx} \\ A\mu \dfrac{dN}{dt} = \dfrac{dY}{dx} - \dfrac{dX}{dy}\,, \end{cases}$$

A étant l'inverse de la vitesse de la lumière dans l'éther libre, c'est-à-dire dans le vide.

Nos équations (3) rentrent immédiatement dans une classe d'équations aux dérivées partielles qui ont été traitées par Mme Kowalevsky[2], et remplissent sans plus les conditions requises pour qu'il existe un système et un seul de six intégrales X, Y, Z, L, M, N, satisfaisant aux équations ci-dessus et se réduisant pour $t = 0$ à des fonctions connues des coordonnées X_0, Y_0, Z_0, L_0, M_0, N_0. Toutefois il faut admettre que ces fonctions données se laissent généralement développer suivant leurs arguments en séries potentielles ayant un champ commun de con-

[1] Hertz, *Œuvres complètes*, vol. II, p. 218.
[2] Mme Kowalevsky, *Journal de Crelle*, 80, p. 11; 1875.

vergence, c'est-à-dire que ces fonctions sont toutes analytiques.

Si donc on connaît d'avance l'état initial au sein du milieu, et en admettant qu'il puisse se représenter comme on vient de le dire, il existe dans tous les cas une solution du problème, et nous allons en effet, dans ce qui suit, obtenir les fonctions cherchées sous la forme d'intégrales définies. La nature de la solution sera telle qu'elle laissera aussitôt apercevoir certaines lois générales suivant lesquelles un ébranlement une fois communiqué au milieu se propage dans l'espace.

§ 2.

Dans un travail bien connu sur les équations aux différences partielles[1], Poisson a traité entre autres une équation touchant de près à notre problème; il a intégré l'équation du mouvement des fluides élastiques, $\frac{d^2\varphi}{dt^2} = \Delta\varphi$. Pour obtenir la solution, il a été conduit à établir la formule qui porte son nom :

$$(4) \quad \int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} F(a\cos\theta + b\sin\theta\cos\psi + c\sin\theta\sin\psi)\sin\theta d\theta d\psi = 2\pi\int_{-1}^{+1} F(R.u)du\,.$$

F est une fonction quelconque, a, b, c sont des constantes, $R = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$.

C'est à une formule plus générale que nous devons avoir recours pour la solution du problème dont il s'agit, et nous allons d'abord établir cette formule en remarquant que c'est seulement par une fonction exponentielle

[1] Poisson, *Mémoires de l'Académie*, III, p. 121; 1818.

que nous aurons à remplacer la fonction F dans l'usage que nous en ferons.

En différentiant (4) par rapport à c, nous obtenons

$$(5)\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}F(a\cos\theta+b\sin\theta\cos\psi+c\sin\theta\sin\psi)\sin^2\theta\sin\psi d\theta d\psi=\frac{2\pi c}{R}\int_{-1}^{+1}F(R.u)udu,$$

où F continuera à désigner la fonction arbitraire, quoiqu'elle soit obtenue par dérivation de la fonction qui figurait dans (4).

Nous posons maintenant

$$\alpha=a_1\cos\varphi_1+a_2\sin\varphi_1\cos\varphi_2+a_3\sin\varphi_1\sin\varphi_2\cos\varphi_3+$$
$$+a_4\sin\varphi_1\sin\varphi_2\sin\varphi_3\cos\varphi_4+a_5\sin\varphi_1\sin\varphi_2\sin\varphi_3\sin\varphi_4,$$

et nous allons montrer que l'on a

$$(6)\left\{\begin{aligned}&\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}e^{\alpha}\sin^3\varphi_1\sin^2\varphi_2\sin\varphi_3 d\varphi_1 d\varphi_2 d\varphi_3 d\varphi_4=\\&\qquad=\frac{8\pi^2}{R^3}\left[(R-1)e^{R}+(R+1)e^{-R}\right],\end{aligned}\right.$$

où

$$R=\sqrt{a_1^2+a_2^2+a_3^2+a_4^2+a_5^2}.$$

On peut mettre α sous la forme

$$\alpha=a_1\cos\varphi_1+a_2\sin\varphi_1\cos\varphi_2+\alpha_1\sin\varphi_1\sin\varphi_2,$$

où

$$\alpha_1=a_3\cos\varphi_3+a_4\sin\varphi_3\cos\varphi_4+a_5\sin\varphi_3\sin\varphi_4.$$

Il en résulte que le premier membre de (6) a pour expression, d'après (4),

$$2\pi\int_0^\pi\int_0^{2\pi}\int_{-1}^{+1} e^{a_1\cos\varphi_1+a_2\sin\varphi_1\cos\varphi_2+ru\sin\varphi_1\sin\varphi_2}\sin^3\varphi_1\sin^2\varphi_2 d\varphi_1 d\varphi_2 du\,,$$

où

$$r=\sqrt{a_3{}^2+a_4{}^2+a_5{}^2}\,.$$

En intégrant par rapport à u, nous aurons

$$\frac{2\pi}{r}\left\{\iint e^{a_1\cos\varphi_1+a_2\sin\varphi_1\cos\varphi_2+r\sin\varphi_1\sin\varphi_2}\sin^2\varphi_1\sin\varphi_2\, d\varphi_1 d\varphi_2 - \right.$$
$$\left. -\iint e^{a_1\cos\varphi_1+a_2\sin\varphi_1\cos\varphi_2-r\sin\varphi_1\sin\varphi_2}\sin^2\varphi_1\sin\varphi_2 d\varphi_1 d\varphi_2\right\}.$$

Remarquons une fois pour toutes que lorsque nous n'indiquons pas les limites des intégrales doubles ou, dans ce qui suit, quadruples, il s'agit des limites 0 et π, et 0 et 2π relatives à des coordonnées angulaires.

On voit, d'après (5), que les intégrales doubles figurant ici sont égales et de signe contraire et que la première est égale à

$$\frac{2\pi r}{R}\int_{-1}^{+1} e^{Ru}.udu=\frac{2\pi r}{R^3}\Big[(R-1)e^{R}+(R+1)e^{-R}\Big]\,,$$

d'où résulte bien la relation (6).

Pour abréger l'écriture, dans ce qui suit, nous faisons

$$\sin^3\varphi_1\sin^2\varphi_2\sin\varphi_3\, d\varphi_1 d\varphi_2 d\varphi_3 d\varphi_4=d\sigma\,.$$

On peut considérer $d\sigma$ comme un élément de surface d'une sphère à cinq dimensions de rayon égal à l'unité, comme cela résulte des formules générales de transfor-

mation des coordonnées orthogonales en coordonnées polaires[1].

§ 3.

Nous allons maintenant traiter les six équations différentielles (3 *a*) et (3 *b*).

Nous différentions les deux dernières des (3 *b*) l'une par rapport à z et l'autre par rapport à y et nous transportons les valeurs ainsi obtenues pour $\frac{d^2M}{dtdz}$ et $\frac{d^2N}{dtdy}$ dans la première des (3 *a*) après l'avoir différentiée par rapport à t. Il vient

$$A^2\varepsilon\mu\frac{d^2X}{dt^2} = \Delta X - \frac{d}{dx}\left[\frac{dX}{dx} + \frac{dY}{dy} + \frac{dZ}{dz}\right] - 4\pi\lambda A^2\mu\frac{dX}{dt} .$$

En faisant ici

$$A^2\varepsilon\mu = \frac{1}{v^2} , \qquad \frac{4\pi\lambda}{\varepsilon} = \omega , \qquad \frac{dX}{dx} + \frac{dY}{dy} + \frac{dZ}{dz} = 4\pi\rho_e ,$$

nous aurons

$$\frac{d^2X}{dt^2} + \omega\frac{dX}{dt} = v^2\left[\Delta X - 4\pi\frac{d\rho_e}{dx}\right] ,$$

où ρ_e est la densité de l'électricité libre au point considéré[2].

[1] Il est facile d'obtenir d'une façon analogue la formule correspondant à (6) lorsque la fonction sous le signe de l'intégrale est une fonction potentielle. On trouve

$$\iiiint a^m d\sigma = \frac{8\pi^2 R^m}{(m-1)(m+3)}\left(1-(-1)^{m+1}\right) ,$$

expression qui s'annule pour les valeurs impaires de m.

[2] Hertz, *l. c.*, p. 227.

D'autre part, en ajoutant les équations (3 a) différentiées respectivement par rapport à x, y, z, on obtient

$$\frac{d\rho_e}{dt} = - \omega\rho_e ,$$

d'où résulte

$$\rho_e = e^{-\omega t}\rho_{eo} ,$$

où ρ_{eo} est la densité initiale de l'électricité libre au point x, y, z, pour $t = 0$, Portant cette valeur de ρ_e dans l'équation différentielle de X, nous obtenons

$$\text{(7)} \qquad \frac{d^2X}{dt^2} + \omega\frac{dX}{dt} = v^2\left[\Delta X - 4\pi e^{-\omega t}\frac{d\rho_{eo}}{dx}\right],$$

Nous aurons pour Y et Z deux équations analogues, et en cherchant de la même manière celles des composantes magnétiques, nous trouvons

$$\text{(8)} \qquad \frac{d^2L}{dt^2} + \omega\frac{dL}{dt} = v^2\left[\Delta L - 4\pi\frac{d\rho_{mo}}{dx}\right]$$

et deux autres équations semblables pour M et N. Ici ρ_{mo} est la densité du magnétisme libre au point considéré.

Les (7) et (8) peuvent être débarrassées du terme qui ne contient pas la variable dépendante en y introduisant

$$X = X_1 - e^{-\omega t}\int\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\frac{dv}{r}, \qquad L = L_1 - \int\frac{d\rho_{mo}}{dx'}\frac{dv}{r},$$

où, pour abréger, nous écrivons

$$\int\frac{d\rho}{dx'}\frac{dv}{r} \text{ au lieu de } \iiint\frac{d\rho(x', y', z')}{dx'}\frac{dx'dy'dz'}{\sqrt{(x-x')^2+(y-y')^2+(z-z')^2}},$$

l'intégration étant supposée étendue à l'espace entier.

Nous transformons ainsi (7) et (8) en équations de même forme; pour (7), par exemple, l'on a

$$(9) \qquad \frac{d^2X_1}{dt^2} + \omega\frac{dX_1}{dt} = v^2\Delta X_1 \,.$$

On vérifiera aisément cette équation en remarquant que

$$\Delta\int\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\frac{dv}{r} = -\,4\pi\frac{d\rho_{eo}}{dx} \,.$$

On reconnaîtra sans difficulté la signification de la substitution à laquelle nous venons de procéder, car si nous faisons

$$X_2 = -\,e^{-\omega t}\int\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\frac{dv}{r} \,,$$

X_2 sera évidemment la composante suivant l'axe des x de la force électrique due à un instant quelconque à la répartition de l'électricité libre. En effet,

$$\int\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\frac{dv}{r} = \frac{d}{dx}\int\frac{\rho_{eo}}{r}dv$$ [1]

et par suite

$$X_2 = -\frac{d}{dx}\int\frac{\rho_e}{r}dv \,, \qquad \text{puisque} \qquad \rho_e = e^{-\omega t}\rho_{eo} \,.$$

§ 4.

La résolution du système d'équations (3 a) et (3 b) se ramène donc à celle d'une équation de la forme suivante :

$$\frac{d^2\Psi}{dt^2} + \omega\frac{d\Psi}{dt} = v^2\Delta\Psi \,.$$

[1] Voir Stokes, *Math. and Phys. Pap.*, II, p. 255.

Nous commençons par chercher une solution particulière de la forme

$$\Psi = Ae^{qt+ax+by+cz}$$

et trouvons, comme condition :

$$q = -\frac{\omega}{2} \pm p\,, \qquad p = \sqrt{v^2(a^2+b^2+c^2)+\left(\frac{\omega}{2}\right)^2}\,.$$

Il en résulte, pour l'intégrale générale de notre équation :

$$\Psi = e^{-\frac{\omega}{2}t}\left[\sum Ae^{pt+ax+by+cz} + \sum A'e^{-pt+ax+by+cz}\right],$$

ou, en ordonnant autrement les termes,

$$(10)\quad \Psi = e^{-\frac{\omega}{2}t}\left[\sum B\left(e^{pt}-e^{-pt}\right)e^{ax+by+cz} + \sum B'\left(e^{pt}+e^{-pt}\right)e^{ax+by+cz}\right],$$

car de cette façon on pourra pour Ψ et $\frac{d\Psi}{dt}$, pour $t=0$, choisir des fonctions arbitraires des coordonnées en posant :

$$(\Psi)_{t=0} = 2\sum B'e^{ax+by+cz}\,, \qquad \left(\frac{d\Psi}{dt}\right)_{t=0} = 2\sum\left(pB-\frac{\omega}{2}B'\right)e^{ax+by+cz}\,.$$

On sait que des fonctions arbitraires de trois variables se laissent effectivement exprimer par des séries convergentes de cette espèce.

Nous faisons maintenant dans (6)

$$\alpha = vt\left(a\cos\varphi_1 + b\sin\varphi_1\cos\varphi_2 + c\sin\varphi_1\sin\varphi_2\cos\varphi_3 - \frac{\omega}{2v}\sin\varphi_1\sin\varphi_2\sin\varphi_3\sin\varphi_4\right),$$

ce qui donne :

$$\iiiint e^{\alpha} d\sigma = \frac{8\pi^2}{(pt)^3}\left[(pt-1)e^{pt} + (pt+1)e^{-pt}\right],$$

et par suite aussi les deux relations suivantes :

$$\frac{1}{t}\frac{d}{dt}\iiiint e^{\alpha} t^3 d\sigma = \frac{8\pi^2}{p}\left(e^{pt} - e^{-pt}\right),$$

$$\frac{d}{dt}\left[\frac{1}{t}\frac{d}{dt}\iiiint e^{\alpha} t^3 d\sigma\right] = 8\pi^2\left(e^{pt} + e^{-pt}\right).$$

En portant dans (10) les valeurs de $e^{pt} - e^{-pt}$ et de $e^{pt} + e^{-pt}$ tirées de ces dernières équations, il vient :

$$\Psi = \frac{e^{-\frac{\omega}{2}t}}{8\pi^2}\left\{\frac{1}{t}\frac{dt}{d}\iiiint\left(\sum pBe^{\alpha}.e^{ax+by+cz}\right)t^3 d\sigma + \right.$$

$$\left. + \frac{d}{dt}\left[\frac{1}{t}\frac{d}{dt}\iiiint\left(\sum B'e^{\alpha}.e^{ax+by+cz}\right)t^3 d\sigma\right]\right\}.$$

Posons ici :

$$\sum pBe^{ax+by+cz} = 8\pi^2 f(x, y, z), \qquad \sum B'e^{ax+by+cz} = 8\pi^2 F(x, y, z),$$

où f et F représentent des fonctions arbitraires et indépendantes l'une de l'autre. Il est évident qu'on peut remplacer dans les deux membres de ces deux équations x, y, z respectivement par $x+x'$, $y+y'$, $z+z'$, quelles que soient les valeurs de x', y', z'. Il en résulte, en se reportant à la signification de la grandeur α :

$$\sum pBe^{\alpha}.e^{ax+by+cz} = 8\pi^2 e^{-\frac{\omega}{2}t\sin\varphi_1\sin\varphi_2\sin\varphi_3\sin\varphi_4}.$$

$$.f(x+vt\cos\varphi_1,\ y+vt\sin\varphi_1\cos\varphi_2,\ z+vt\sin\varphi_1\sin\varphi_2\cos\varphi_3),$$

et une expression analogue relative à F. Nous aurons ainsi finalement pour l'expression de Ψ :

$$(11)\quad \left\{\begin{aligned} \Psi = e^{-\frac{\omega}{2}t} \Bigg\{ & \frac{1}{t}\frac{d}{dt}\iiiint e^{-\frac{\omega}{2}t\sin\varphi_1\sin\varphi_2\sin\varphi_3\sin\varphi_4}\,. \\ & .f(x+vt\cos\varphi_1,\ y+vt\sin\varphi_1\cos\varphi_2,\ z+vt\sin\varphi_1\sin\varphi_2\cos\varphi_3)t^3d\sigma + \\ & + \frac{d}{dt}\Bigg[\frac{1}{t}\frac{d}{dt}\iiiint e^{-\frac{\omega}{2}t\sin\varphi_1\sin\varphi_2\sin\varphi_3\sin\varphi_4}\,. \\ & .F(x+vt\cos\varphi_1,\ y+vt\sin\varphi_1\cos\varphi_2,\ z+vt\sin\varphi_1\sin\varphi_2\cos\varphi_3)t^3d\sigma\Bigg]\Bigg\}, \end{aligned}\right.$$

Remarquons ici que si $\omega = 0$, c'est-à-dire si les phénomènes électriques ont lieu dans un diélectrique parfait, les intégrales quadruples se réduiront à des intégrales doubles. On le reconnaît en se reportant à la forme exponentielle des fonctions sous le signe $\int$, et l'on trouve ainsi, pour la première intégrale quadruple, que

$$\frac{1}{t}\frac{d}{dt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} f(x+vt\cos\varphi_1,\ y+\ldots\ldots)t^3d\sigma =$$

$$= 4\pi\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} f(x+vt\cos\varphi_1,\ y+\ldots\ldots)\sin\varphi_1 d\varphi_1 d\varphi_2\ .$$

où les variables dans f et F, indiquées avec abréviations, sont celles qui sont écrites complètement ci-dessus.

La seconde intégrale de (11) résulte, comme on le verra, de la première en dérivant celle-ci par rapport à t. et en échangeant les fonctions arbitraires.

La réduction dont il s'agit était à prévoir eu égard à

la solution bien connue que Poisson a donnée de l'équation $\frac{d^2\Psi}{dt^2} = v^2\Delta\Psi$.

§ 5.

Nous allons maintenant examiner quelles sont les valeurs de Ψ et de $\frac{d\Psi}{dt}$, qui, dans la formule (11), répondent à $t=0$. Toutefois, avant de faire $t=0$ dans l'expression de Ψ, il faut procéder aux dérivations indiquées par rapport à cette variable. On voit alors que la première intégrale quadruple disparaît et que de la seconde il ne reste que

$$3\int\int\int\int F(x, y, z)d\sigma \ .$$

où, comme plus haut,

$$d\sigma = \sin^3 \varphi_1 \sin^2 \varphi_2 \sin \varphi_3 d\varphi_1 d\varphi_2 d\varphi_3 d\varphi_4 \ ;$$

cette intégrale se calcule facilement et donne :

$$(\Psi)_{t=0} = 16\pi^2 F(x, y, z) \ .$$

On trouve de même

$$\left(\frac{d\Psi}{dt}\right)_{t=0} = -8\omega\pi^2 F(x, y, z) + 16\pi^2 f(x, y, z) \ ,$$

attendu que le terme

$$5v\int\int\int\int\left(-\frac{\omega}{2v}\sin\varphi_1 \sin\varphi_2 \sin\varphi_3 \sin\varphi_4 . F + \frac{dF}{dx}\cos\varphi_1 + \right.$$
$$\left. + \frac{dF}{dy}\sin\varphi_1\cos\varphi_2 + \frac{dF}{dz}\sin\varphi_1\sin\varphi_2\cos\varphi_3\right)d\sigma$$

disparaît, l'intégrale de chaque terme qu'il renferme devenant nulle lorsqu'on y introduit les limites.

Il faut maintenant chercher à déterminer les fonctions f et F conformément à notre problème tel que nous l'avons établi en commençant. Les équations par lesquelles nous avons transformé les (7) et (8) [§ 3] et dans lesquelles X_1 et L_1 sont supposés satisfaire à l'équation différentielle de second ordre que nous venons de résoudre, nous donnent :

$$(12) \quad X_1 = X + e^{-\omega t}\int \frac{d\rho_{eo}}{dx'}\frac{dv}{r}, \qquad L_1 = L + \int \frac{d\rho_{mo}}{dx'}\frac{dv}{r},$$

d'où nous tirons :

$$\frac{dX_1}{dt} = \frac{dX}{dt} - \omega e^{-\omega t}\int \frac{d\rho_{eo}}{du'}\frac{dv}{r}, \qquad \frac{dL_1}{dt} = \frac{dL}{dt}$$

ou, à cause des équations (3 a) et (3 b),

$$(13) \left\{ \begin{aligned} \frac{dX_1}{dt} &= \frac{1}{A\varepsilon}\left(\frac{dM}{dz} - \frac{dN}{dy}\right) - \omega\left(X + e^{-\omega t}\int \frac{d\rho_{eo}}{dx'}\frac{dv}{r}\right), \\ \frac{dL_1}{dt} &= \frac{1}{A\mu}\left(\frac{dZ}{dy} - \frac{dY}{dz}\right). \end{aligned} \right.$$

En faisant $t = 0$ dans les (12) et (13), il vient :

$$(X_1)_{t=0} = X_0 + \int \frac{d\rho_{eo}}{dx'}\frac{dv}{r}, \qquad (L_1)_{t=0} = L_0 + \int \frac{d\rho_{mo}}{dx'}\frac{dv}{r},$$

$$\left(\frac{dX_1}{dt}\right)_{t=0} = \frac{1}{A\varepsilon}\left(\frac{dM_0}{dz} - \frac{dN_0}{dy}\right) - \omega\left(X_0 + \int \frac{d\rho_{eo}}{dx'}\frac{dv}{r}\right),$$

$$\left(\frac{dL_1}{dt}\right)_{t=0} = \frac{1}{A\mu}\left(\frac{dZ_0}{dy} - \frac{dY_0}{dz}\right).$$

Nous nous bornons, dans ce qui suit, à déterminer

f et F relativement à une intégrale X_1 donnée par (11). On a :

$$(X_1)_{t=0} = 16\pi^2 F(x, y, z),$$

$$\left(\frac{dX_1}{dt}\right)_{t=0} = -8\omega\pi^2 F(x, y, z) + 16\pi^2 f(x, y, z),$$

d'où résulte, vu les dernières équations ci-dessus :

$$16\pi^2 f(x, y, z) = \frac{1}{A\varepsilon}\left(\frac{dM_0}{dz} - \frac{dN_0}{dy}\right) - \frac{\omega}{2}\left(X_0 + \int \frac{d\rho eo}{dx'}\frac{dv}{r}\right).$$

En introduisant ces valeurs de f et de F dans (11) on obtient la valeur de l'intégrale X_1, et comme

$$X = X_1 - e^{\omega t}\int \frac{d\rho eo}{dx'}\frac{dv}{r},$$

on a finalement :

(14)
$$\left\{\begin{aligned} X = \frac{e^{-\frac{\omega}{2}t}}{16\pi^2}\Bigg\{ & \frac{1}{t}\frac{d}{dt}\iiiint e^{-\frac{\omega}{2}t\sin\varphi_1\sin\varphi_2\sin\varphi_3\sin\varphi_4}\left[\frac{1}{A\varepsilon}\left(\frac{dM_0}{dz} - \frac{dN_0}{dy}\right) - \right. \\ & \left. - \frac{\omega}{2}\left(X_0 + \int \frac{d\rho eo}{dx'}\frac{dv}{r}\right)\right]^1 t^3 d\sigma + \\ & + \frac{d}{dt}\left[\frac{1}{t}\frac{d}{dt}\iiiint e^{-\frac{\omega}{2}t\sin\varphi_1\sin\varphi_2\sin\varphi_3\sin\varphi_4}\left(X_0 + \int \frac{d\rho eo}{dx'}\frac{dv}{r}\right)^1 t^3 d\sigma\right]\Bigg\} - \\ & - e^{-\omega t}\int \frac{d\rho eo}{dx'}\frac{dv}{r}. \end{aligned}\right.$$

L'indice 1 affectant les polynomes correspondant à $f(x, y, z)$ et $F(x, y, z)$ signifie que partout dans ces expressions on suppose les variables x, y, z remplacées respectivement par $x + vt\cos\varphi_1$, $y + vt\sin\varphi_1\cos\varphi_2$, $z + vt\sin\varphi_1\sin\varphi_2\cos\varphi_3$.

On obtient de la même manière l'expression de L :

$$
(15)\quad \left\{
\begin{aligned}
\mathrm{L} = \frac{e^{-\frac{\omega}{2}t}}{16\pi^2}\Bigg\{ & \frac{1}{t}\frac{d}{dt}\iiiint e^{-\frac{\omega}{2}t\sin\varphi_1\sin\varphi_2\sin\varphi_3\sin\varphi_4}\left[\frac{1}{\mathrm{A}\mu}\left(\frac{d\mathrm{Z}_0}{dy}-\frac{d\mathrm{Y}_0}{dz}\right)+\right.\\
& \left. +\frac{\omega}{2}\left(\mathrm{L}_0+\int\frac{d\rho_{mo}}{dx'}\frac{dv}{r}\right)^1\right]t^3 d\sigma + \\
& +\frac{d}{dt}\left[\frac{1}{t}\frac{d}{dt}\iiiint e^{-\frac{\omega}{2}t\ldots\sin\varphi_4}\left(\mathrm{L}_0+\int\frac{d\rho_{mo}}{dx'}\frac{dv}{r}\right)^1 t^3 d\sigma\right]\Bigg\} - \\
& -\int\frac{d\rho_{mo}}{dx'}\frac{dv}{r}.
\end{aligned}
\right.
$$

Les expressions de Y et Z d'un côté, de M et N de l'autre s'obtiennent par permutation circulaire au moyen de celles de X et de L.

§ 6.

Comme on le remarquera, les expressions obtenues dans le paragraphe précédent pour X et L contiennent une intégrale triple, $\int\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\frac{dv}{r}$, sous les signes d'intégrale quadruple. *Il est cependant possible d'effectuer l'intégration quadruple de ce terme* et les parties intégrées se réduisent d'une manière intéressante avec le dernier terme respectivement dans (14) et (15), celui qui correspond à la partie de la force qui se dérive d'un potentiel. Nous n'effectuons, dans ce qui suit, le calcul que pour la composante X ; il serait tout à fait analogue pour les autres composantes.

Les termes à réduire dans (14) sont :

$$(16)\left\{\begin{aligned}&-\frac{\omega e^{-\frac{\omega}{2}t}}{32\pi^2}\,\frac{1}{t}\,\frac{d}{dt}\iiiint e^{-\frac{\omega}{2}t\sin\varphi_1\cdots}\iiint\frac{d\rho_{eo}(x',y',z')}{dx'}\,\frac{dx'dy'dz'}{r^1}\,t^3d\sigma+\\&+\frac{e^{-\frac{\omega}{2}t}}{16\pi^2}\,\frac{d}{dt}\left[\frac{1}{t}\,\frac{d}{dt}\iiiint e^{-\frac{\omega}{2}t\sin\varphi_1\cdots}\iiint\frac{d\rho_{eo}(x',y',z')}{dx'}\,\frac{dx'dy'dz'}{r^1}\,t^3d\sigma\right],\end{aligned}\right.$$

où l'on n'écrit, pour abréger, que le commencement de l'exposant de e, qui est :

$$-\frac{\omega}{2}t\sin\varphi_1\sin\varphi_2\sin\varphi_3\sin\varphi_4\,,$$

et où

$$(16\,a)\quad r^1=\sqrt{(x+vt\cos\varphi_1-x')^2+(y+vt\sin\varphi_1\cos\varphi_2-y')^2+(z+vt\sin\varphi_1\sin\varphi_2\cos\varphi_3-z')^2}\,.$$

Il est avantageux, comme on va le voir, de transformer dans (16) les intégrales triples en intégrales sextuples. Calculons en effet l'intégrale suivante (17) en y transformant en coordonnées polaires α, β, γ :

$$(17)\quad\iiiiiint f(x',y',z')e^{i[\alpha(x+vt\cos\varphi-x')+\ldots]}\frac{d\alpha d\beta d\gamma dx'dy'dz'}{\alpha^2+\beta^2+\gamma^2}\,,$$

où l'exposant écrit avec abréviation est :

$$i\Big[\alpha(x+vt\cos\varphi_1-x')+\beta(y+vt\sin\varphi_1\cos\varphi_2-y')+\gamma(z+vt\sin\varphi_1\sin\varphi_2\cos\varphi_3-z')\Big]\,.$$

Nous faisons :

$$\alpha=\rho\cos\theta,\quad\beta=\rho\sin\theta\sin\psi,\quad\gamma=\rho\sin\theta\cos\psi,\quad d\alpha d\beta d\gamma=\rho^2\sin\theta d\rho d\theta d\psi\,.$$

Les limites étant pour les six variables $\pm\infty$, il faut, pour ρ, prendre 0 et ∞ et, pour θ et ψ, 0 et π et 0 et 2π.

L'expression (17) devient :

$$\iiiint f(x',y',z')dx'dy'dz'd\rho\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}e^{i\rho[(x+vt\cos\varphi_1-x'),\ldots]}\sin\theta d\theta d\psi\,.$$

La dernière intégration se fait par la formule de Poisson (voir (4)) et il vient :

$$4\pi \int\!\!\int\!\!\int \frac{f(x', y', z')}{r^1} dx'dy'dz' \int_0^\infty \frac{\sin \rho r^1}{\rho} d\rho \,,$$

où r^1 est toujours compté comme positif.

Ce qui donne finalement

$$(18) \qquad 2\pi^2 \int\!\!\int\!\!\int \frac{f(x', y', z')}{r^1} \,.$$

En supposant

$$2\pi^2 f(x', y', z') = \frac{d\rho_{eo}(x', y', z')}{dx'} \,,$$

on voit que l'intégrale (18) coïncide avec les intégrales triples de (16) ; nous pouvons donc remplacer celles-ci par des intégrales sextuples de la forme (17), ce qui nous sera d'une grande utilité quand nous passerons aux intégrales quadruples. Mais lorsque *ce calcul* sera achevé, nous repasserons en sens inverse des intégrales sextuples aux intégrales triples.

Nous prenons donc, pour procéder au calcul, la première ligne de (16), attendu qu'on peut former la seconde ligne en dérivant convenablement la première par rapport au temps et en multipliant par $-\frac{2}{\omega}$. En introduisant l'intégrale sextuple, on obtient :

$$-\frac{\omega e^{-\frac{\omega}{2}t}}{64t\pi^4}\frac{d}{dt}\iiiint e^{-\frac{\omega}{2}t\sin\varphi_1\ldots}t^3d\sigma\iiiiiint\frac{d\rho_{eo}}{dx'}e^{i[\alpha(x+\ldots)+\ldots]}\frac{d\alpha d\beta d\gamma dx'dy'dz'}{\alpha^2+\beta^2+\gamma^2}=$$

$$=-\frac{\omega e^{-\frac{\omega}{2}t}}{64t\pi^4}\frac{d}{dt}\iiiiiint\frac{d\rho_{eo}}{dx'}e^{i[\alpha(x-x')+\beta(y-y')+\gamma(z-z')}\frac{d\alpha d\beta d\gamma dx'dy'dz'}{\alpha^2+\beta^2+\gamma^2}\times$$

$$\times\iiiint e^{it\left[\alpha v\cos\varphi_1+\beta v\sin\varphi_1\cos\varphi_2+\gamma v\sin\varphi_1\sin\varphi_2\cos\varphi_3+\frac{\omega i}{2}\sin\varphi_1\sin\varphi_2\sin\varphi_3\sin\varphi_4\right]}t^3d\sigma\,.$$

La dernière intégrale quadruple est donnée par (6) et a pour valeur

$$\frac{8\pi^2}{R^3}\left[(R-1)e^R+(R+1)e^{-R}\right],$$

où $$R=it\sqrt{v^2\rho^2-\left(\frac{\omega}{2}\right)^2}=itp\,,$$

ρ remplaçant l'expression $\sqrt{\alpha^2+\beta^2+\gamma^2}$,

d'où résulte que notre expression devient :

$$(19)\quad -\frac{\omega e^{-\frac{\omega}{2}t}}{8t\pi^2}\frac{d}{dt}\iiiiiint\frac{d\rho_{eo}}{dx'}e^{i[\alpha(x-x')+\ldots]}\frac{(itp-1)e^{itp}+(itp+1)e^{-itp}}{\rho^2(ip)^3}d\alpha d\beta d\gamma dx'dy'dz'\,.$$

Pour réduire encore l'intégrale sextuple, nous remplaçons comme ci-dessus α, β, γ par les coordonnées polaires ρ, θ, ψ, ce qui permettra dans tous les cas une intégration immédiate par rapport à θ et à ψ au moyen de la formule de Poisson, comme nous l'avons fait pour passer de (17) à (18). Nous employons les formules de transformation déjà données et les mêmes changements pour les limites. En faisant sortir de (19) provisoirement l'intégrale double ainsi obtenue par rapport à θ et à ψ, nous avons à calculer

$$\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} e^{i\rho[(x-x')\cos\theta+(y-y')\sin\theta\sin\psi+(z-z')\sin\theta\cos\psi]}\sin\theta\, d\theta d\psi =$$

$$= 2\pi\int_{-1}^{+1} e^{i\rho ru}.du = 4\pi\frac{\sin r\rho}{r\rho}.$$

Si donc nous réussissons à effectuer l'intégration par rapport à ρ de la partie de (19) non intégrée encore, nous aurons réduit l'intégrale sextuple à une intégrale triple. Nous avons :

$$\int_0^{\infty}\frac{\sin r\rho\left[(itp-1)e^{itp}+(itp+1)e^{-itp}\right]}{\rho(ip)^3}d\rho =$$

$$= 2\int_0^{\infty}\frac{\sin r\rho}{\rho}d\rho\int_0^t\frac{\sin tp}{p}tdt = \int_{-\infty}^{+\infty}\frac{e^{ir\rho}}{i\rho}d\rho\int_0^t\frac{\sin tp}{p}tdt =$$

$$= \int_0^r dr\int_{-\infty}^{+\infty}e^{ir\rho}d\rho\int_0^t\frac{\sin tp}{p}tdt = \int_0^r dr\int_0^t tdt\int_{-\infty}^{+\infty}\frac{e^{ir\rho}\sin tp}{p}d\rho,$$

où, comme on l'a vu,

$$p = \sqrt{v^2\rho^2-\left(\frac{\omega}{2}\right)^2}.$$

Remarquons que la dernière intégrale est nulle pour la limite inférieure, $r = 0$ parce que l'intégrale

$$\int_{-\infty}^{+\infty}\frac{d\rho}{i\rho}\int_0^t\frac{\sin tp}{p}tdt$$

est composée d'éléments qui, respectivement pour ρ et $-\rho$, sont égaux et de signe contraire.

Il y aurait lieu, ici et dans ce qui suit, d'examiner de près la question de légitimité de l'inversion dans l'ordre d'intégration des intégrales définies. Toutefois, jusqu'ici, les opérations effectuées sont restées tout à fait légitimes, comme on peut le montrer en se reportant aux règles du calcul intégral[1]. En outre, disons ici que la vérification des résultats auxquels nous serons parvenus en dernière analyse est l'objet d'une démonstration complète que l'on trouvera plus loin.

Revenons à l'intégrale :

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^{ir\rho} \sin t \sqrt{v^2\rho^2 - \left(\frac{\omega}{2}\right)^2}}{\sqrt{v^2\rho^2 - \left(\frac{\omega}{2}\right)^2}} d\rho = \frac{1}{v} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^{i\frac{r\omega}{2v}q} \sin \frac{\omega t}{2} \sqrt{q^2 - 1}}{\sqrt{q^2 - 1}} dq ,$$

où $q = \frac{2v\rho}{\omega}$.

Cette dernière intégrale peut encore s'écrire :

$$(20)\ \frac{1}{v}\left[\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^{i\left(\frac{r\omega}{2v}q + \frac{\omega t}{2}\sqrt{q^2-1}\right)}}{2i\sqrt{q^2 - 1}} dq - \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^{i\left(\frac{r\omega}{2v}q - \frac{\omega t}{2}\sqrt{q^2-1}\right)}}{2i\sqrt{q^2 - 1}} dq\right].$$

Mais, d'après une formule connue[2],

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^{i(aq+b\sqrt{q^2-1})}}{2i(q^2 - 1)} dq = 0 \quad \text{pour} \quad a + b > 0 , \quad \text{et}$$

$$= \pi \sum_0^{\infty} \frac{(-1)^n}{2^{2n}} \frac{(a^2 - b^2)^n}{(n!)^2} = \pi \mathfrak{J}_0\left(\sqrt{a^2 - b^2}\right) \quad \text{pour} \quad a + b < 0 ,$$

$\mathfrak{J}_0$ étant la fonction de Bessel.

[1] C. Jourdan, *Cours d'Analyse*, II, p. 67-75 et p. 153 suiv.; 1894.

[2] Poincaré, *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 1030; 1893.

Par conséquent, la première intégrale de (20) est toujours nulle, puisqu'on suppose v et $t > 0$, et par suite $r + vt > 0$. Par contre, la seconde intégrale est égale à

$$\frac{\pi}{v}\sum_0^\infty \left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n} \frac{\left[(vt)^2 - r^2\right]^n}{(n!)^2} \quad \text{pour} \quad t > \frac{r}{v}$$

$$\text{et à } 0 \quad \text{pour} \quad t < \frac{r}{v}.$$

Nous pouvons maintenant déduire de là ce qui suit :

$$\int_0^r dr \int_0^t tdt \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^{ir\rho}\sin t\rho}{\rho}\, d\rho = \frac{\pi}{v}\int_0^r dr \int_{\frac{r}{v}}^t \sum_0^\infty \left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n} \frac{\left[(vt)^2 - r^2\right]^n}{(n!)^2}\, tdt =$$

$$= \frac{\pi}{2v^3}\int_0^r \sum_0^\infty \left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n} \frac{\left[(vt)^2 - r^2\right]^{n+1}}{(n!)^2(n+1)}\, dr \quad \text{pour} \quad t > \frac{r}{v},$$

et d'autre part cette même intégrale est égale à

$$\frac{\pi}{v}\int_0^{vt} dr \int_{\frac{r}{v}}^t \sum_0^\infty \left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n} \frac{\left[(vt)^2 - r^2\right]^n}{(n!)^2}\, tdt =$$

$$= \frac{\pi}{2v^3}\int_0^{vt} \sum_0^\infty \left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n} \frac{\left[(vt)^2 - r^2\right]^{n+1}}{(n!)^2(n+1)}\, dr \quad \text{pour} \quad t < \frac{r}{v}.$$

On pourrait sans difficulté effectuer aussi ces dernières intégrations, mais il est préférable de procéder autrement. Pour pouvoir faire entrer dans (19) les résultats obtenus, il nous faudra évidemment partager le champ

infini d'intégration par rapport à x', y', z', en deux régions : E_1 dans laquelle $r < vt$ et le reste de l'espace E_2 où $r > vt$. L'expression (19) va prendre la forme suivante :

$$-\frac{\omega e^{-\frac{\omega}{2}t}}{4tv^3}\frac{d}{dt}\left[\iiint_{E_1}\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\frac{dx'dy'dz'}{r}\int_0^r\sum_0^\infty\left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n}\frac{\left[(vt)^2-r^2\right]^{n+1}}{(n!)^2(n+1)}dr+\right.$$

$$\left.+\iiint_{E_2}\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\frac{dx'dy'dz'}{r}\int_0^{vt}\sum_0^\infty\left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n}\frac{\left[(vt)^2-r^2\right]^{n+1}}{(n!)^2(n+1)}dr\right],$$

Nous remplaçons naturellement x', y', z' par des coordonnées polaires et faisons

$$x = x' + r\cos\theta,\quad y' = y + r\sin\theta\sin\psi,\quad z' = z + r\sin\theta\cos\psi,$$
$$r^2 = (x-x')^2 + (y-y')^2 + (z-z')^2,\quad dx'dy'dz' = r^2\sin\theta dr d\theta d\psi.$$

Les limites pour θ et ψ sont dans tous les cas 0 et π et 0 et 2π; pour r, les limites sont dans la première intégrale 0 et vt, dans la seconde vt et ∞. Notre expression s'écrira donc :

$$-\frac{\omega e^{-\frac{\omega}{2}t}}{4tv^3}\frac{d}{dt}\left[\int_0^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(r)} r\sin\theta dr d\theta d\psi\int_0^r\sum_0^\infty\left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n}\frac{\left[(vt)^2-r^2\right]^{n+1}}{(n!)^2(n+1)}dr+\right.$$

$$\left.+\int_{vt}^{\infty}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(r)}\dots d\psi\int_0^{vt}\sum_0^\infty\left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n}\dots dr\right],$$

où les différentielles dans la seconde intégrale, écrites avec abréviation, sont les mêmes que dans la première, les limites seules étant différentes, et où l'indice (r) signifie que les coordonnées polaires sont substituées à x', y', z' dans l'expression correspondante.

Nous pouvons enfin procéder à la dérivation par rapport à t, et l'on voit aisément qu'il n'y a pas lieu de s'arrêter à ce que t figure dans les limites des intégrales externes, attendu que les deux termes qu'on obtiendrait sont égaux et de signe contraire. Nous nous bornons donc à dériver sous le signe $\int$ et à multiplier par $\frac{1}{t}$, d'où résulte :

$$-\frac{\omega e^{-\frac{\omega}{2}t}}{2v}\left[\int_0^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(r)} r\sin\theta dr d\theta d\psi \int_0^r \sum_0^\infty \left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n}\frac{\left[(vt)^2-r^2\right]^n}{(n!)^2}dr + \right.$$
$$\left. + \int_{vt}^{\infty}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(r)}\ldots d\psi\int_0^{vt}\sum_0^\infty\left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n}\ldots dr\right],$$

attendu que l'intégrale

$$\int_0^{vt}\sum_0^\infty\left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n}\frac{\left[(vt)^2-r^2\right]^{n+1}}{(n!)^2(n+1)}dr$$

se réduit à zéro lorsqu'on la dérive en égard à la limite supérieure.

Mais nous avons aussi :

$$\frac{\omega}{2v}\int_0^r\sum_0^\infty\left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n}\frac{\left[(vt)^2-r^2\right]^n}{(n!)^2}dr =$$
$$= r\sum_1^\infty{}_n \frac{\left(\frac{\omega}{2v}\right)^{2n+1}}{(2n+1)!}\sum_{p=0}^{p=n-1}{}_p\frac{1.3.5\ldots(2(n-p)-1)}{2.4.6\ldots2(n-p)}(vt)^{2p}\left[(vt)^2-r^2\right]^{n-p} +$$
$$+\frac{r}{vt}\sum_0^\infty\frac{\left(\frac{\omega t}{2}\right)^{2n+1}}{(2n+1)!} = \Lambda(r, vt),$$

où la fonction Λ est définie par cette équation. Nous aurons par suite,

$$\frac{\omega}{2v}\int_0^{vt}\sum_0^{\infty}\left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n}\frac{\left[(vt)^2-r^2\right]^n}{(n!)^2}dr=\sum_0^{\infty}\frac{\left(\frac{\omega t}{2}\right)^{2n+1}}{(2n+1)!},$$

de telle sorte que l'expression initiale (19) va pouvoir s'écrire :

$$(21)\quad\left\{\begin{aligned}&-e^{-\frac{\omega}{2}t}\int_0^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(r)}\Lambda(r,vt)r\sin\theta drd\theta d\psi-\\&-e^{-\frac{\omega}{2}t}\sum_0^{\infty}\frac{\left(\frac{\omega t}{2}\right)^{2n+1}}{(2n+1)!}\int_{vt}^{\infty}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(r)}r\sin\theta drd\theta d\psi.\end{aligned}\right.$$

Mais l'expression (19) n'était qu'une autre forme du *premier terme* de (16). Le *second terme* résultait du premier par une certaine dérivation relative au temps dans laquelle les intégrales seules sont dérivées, le facteur $e^{-\frac{\omega}{2}t}$ n'y étant pas compris, et en multipliant par $-\frac{2}{\omega}$. Il résulte de là que le second terme de (16) deviendra :

$$(22)\quad\left\{\begin{aligned}&\frac{2e^{-\frac{\omega}{2}t}}{\omega}\int_0^{vt}\int_0^{\pi}\int^{2\pi}\left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(r)}\frac{d\Lambda}{dt}r\sin\theta drd\theta d\psi+\\&+e^{-\frac{\omega}{2}t}\sum_0^{\infty}\frac{\left(\frac{\omega t}{2}\right)^{2n}}{(2n)!}\int_{vt}^{\infty}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(r)}r\sin\theta drd\theta d\psi,\end{aligned}\right.$$

où, comme on l'a déjà dit, on ne tient pas compte, dans la dérivation de (21), de ce que t figure dans les limites d'intégration.

Il en résulte que (16) prendra la forme suivante :

$$(23)\quad \left\{ \begin{aligned} & - e^{-\frac{\omega}{2}t} \int_0^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} \left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(r)} \left[\Lambda - \frac{2}{\omega}\frac{d\Lambda}{dt}\right] r \sin\theta dr d\theta d\psi + \\ & \qquad + e^{-\omega t} \int_{vt}^{\infty}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} \left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(r)} r \sin\theta dr d\theta d\psi . \end{aligned} \right.$$

Nous obtenons le second terme en observant que :

$$- \sum_0^{\infty} \frac{\left(\frac{\omega t}{2}\right)^{2n+1}}{(2n+1)!} + \sum_0^{\infty} \frac{\left(\frac{\omega t}{2}\right)^{2n}}{(2n)!} = e^{-\frac{\omega}{2}t} .$$

§ 7.

Revenons à la formule (14) établie pour la composante X de la force électrique. Nous avons maintenant effectué les intégrations quadruples pour les deux termes contenant

$$\int\int\int \frac{d\rho_{eo}}{dx'} \frac{dx'dy'dz'}{r}$$

et le résultat est donné par l'expression (23). Mais nous voyons aussi que le dernier terme de (14) prend, par l'introduction de coordonnées polaires, une forme telle qu'il est réductible aux intégrales de (23). Nous avons en effet :

$$\int\int\int \frac{d\rho_{eo}}{dx'} \frac{dx'dy'dz'}{r} = \int_0^{\infty}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} \left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{r} r \sin\theta dr d\theta d\psi$$

et nous en concluons pour X l'expression suivante :

$$(24)\quad \left\{\begin{aligned} X = \frac{e^{-\frac{\omega}{2}t}}{16\pi^2}\Bigg\{ & \frac{1}{t}\frac{d}{dt}\iiiint e^{-\frac{\omega}{2}t\sin\varphi_1\sin\varphi_2\sin\varphi_3\sin\varphi_4}\left[\frac{1}{A\varepsilon}\left(\frac{dM_0}{dz}-\frac{dN_0}{dy}\right)-\right. \\ & \left.-\frac{\omega}{2}X_0\right]^1 t^3 d\sigma + \frac{d}{dt}\left[\frac{1}{t}\frac{d}{dt}\iiiint e^{-\frac{\omega}{2}t\sin\varphi_1\sin\varphi_2\sin\varphi_3\sin\varphi_4}(X_0)^1 t^3 d\sigma\right]\Bigg\}- \\ & -e^{-\frac{\omega}{2}t}\int_0^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^r\left[\Lambda(r,vt)-\frac{2}{\omega}\frac{d\Lambda}{dt}+e^{-\frac{\omega}{2}t}\right]r\sin\theta\, dr\, d\theta\, d\psi\,. \end{aligned}\right.$$

Comme on l'a dit, l'indice 1 signifie que les variables x, y, z sont à remplacer par

$$x+vt\cos\varphi_1\,,\quad y+vt\sin\varphi_1\cos\varphi_2\,,\quad z+vt\sin\varphi_1\sin\varphi_2\cos\varphi_3\,;$$

l'indice r que les variables x', y', z' sont à remplacer par

$$x+r\cos\theta\,,\quad y+r\sin\theta\sin\psi\,,\quad z+r\sin\theta\cos\psi\,.$$

La différentielle $d\sigma$ a pour valeur :

$$d\sigma=\sin^3\varphi_1\sin^2\varphi_2\sin\varphi_3\, d\varphi_1 d\varphi_2 d\varphi_3 d\varphi_4\,.$$

En procédant d'une façon tout à fait analogue, nous obtenons pour la composante suivant l'axe des x de la force magnétique :

$$(25)\quad \left\{\begin{aligned} L = \frac{e^{-\frac{\omega}{2}t}}{16\pi^2}\Bigg\{ & \frac{1}{t}\frac{d}{dt}\iiiint e^{-\frac{\omega}{2}t\sin\varphi_1\sin\varphi_2\sin\varphi_3\sin\varphi_4}\left[\frac{1}{A\mu}\left(\frac{dZ_0}{dy}-\frac{dY_0}{dz}\right)+\right. \\ & \left.+\frac{\omega}{2}L_0\right]^1 t^3 d\sigma + \frac{d}{dt}\left[\frac{1}{t}\frac{d}{dt}\iiiint e^{-\frac{\omega}{2}t\sin\varphi_1\sin\varphi_2\sin\varphi_3\sin\varphi_4}(L_0)^1 t^3 d\sigma\right]\Bigg\}+ \\ & +e^{-\frac{\omega}{2}t}\int_0^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{d\rho_{mo}}{dx'}\right)^r\left[\Lambda(r,vt)+\frac{\omega}{2}\frac{d\Lambda}{dt}-e^{\frac{\omega}{2}t}\right]r\sin\theta\, dr\, d\theta\, d\psi\,. \end{aligned}\right.$$

Les expressions pour Y et Z et celles pour M et N se déduisent de (24) et de (25) par permutation circulaire.

Nous avons ainsi obtenu une solution générale des (3 *a*) et (3 *b*). Les expressions auxquelles nous sommes parvenu pourraient servir de base à une discussion des résultats qui en découlent, mais nous préférons les mettre sous une forme telle que les lois générales de la propagation d'un ébranlement électromagnétique puissent s'apercevoir immédiatement.

§ 8.

Mettons les fonctions données X_0, Y_0, Z_0, L_0, M_0, N_0 sous la forme d'intégrales de Fourier, par exemple :

$$X_0 = \frac{1}{8\pi^3}\int\int\int\int\int\int X_0(x', y', z')e^{i[\alpha(x-x')+\beta(y-y')+\gamma(z-z')]}d\alpha d\beta d\gamma dx'dy'dz' .$$

Pour abréger, nous représentons, dans ce qui suit, $X_0(x', y', z')$ par X'_0 et de même pour les autres fonctions.

En donnant cette forme aux fonctions initiales, nous allons chercher à transformer les (24) et (25), et nous verrons en particulier comment on peut effectuer l'intégration quadruple qui s'y trouve indiquée.

Désignons par U la première intégrale de (24) et remarquons que la seconde V s'obtiendra en dérivant la première par rapport au temps, après l'échange des fonctions arbitraires.

Faisons pour abréger :

$$\frac{1}{A\varepsilon}\left(\frac{dM'_0}{dz'} - \frac{dN'_0}{dy'}\right) - \frac{\omega}{2}X'_0 = F' .$$

Nous avons à réduire l'expression suivante :

$$(26)\quad U = \frac{1}{8t\pi^3}\frac{d}{dt}\iiiint e^{-\frac{\omega}{2}t\sin\varphi_1\sin\varphi_2\sin\varphi_3\sin\varphi_4}t^3 d\sigma \times$$

$$\times\iiiiiint F' e^{i[\alpha(x+vt\cos\varphi_1-x')+\beta(y+vt\sin\varphi_1\cos\varphi_2-y')+\gamma(z+vt\sin\varphi_1\sin\varphi_2\cos\varphi_3-z')]} d\alpha d\beta d\gamma dx'dy'dz' =$$

$$= \frac{1}{8t\pi^3}\frac{d}{dt}\iiiiiint F' e^{i[\alpha(x-x')+\beta(y-y')+\gamma(z-z')]} d\alpha d\beta d\gamma dx'dy'dz' \times$$

$$\times\iiiint e^{it\left[\alpha v\cos\varphi_1+\beta v\sin\varphi_1\cos\varphi_2+\gamma v\sin\varphi_1\sin\varphi_2\cos\varphi_3+\frac{i\omega}{2}\sin\varphi_1\sin\varphi_2\sin\varphi_3\sin\varphi_4\right]}t^3 d\sigma\,.$$

Nous avons précédemment effectué la même intégration quadruple lorsqu'il s'est agi de former l'expression (19). Partant du résultat obtenu dans ce cas, nous obtenons pour U :

$$U = \frac{1}{t\pi}\frac{d}{dt}\iiiiiint F' e^{i[\alpha(x-x')+\beta(y-y')+\gamma(z-z')]} \times$$

$$\times\frac{1}{(ip)^3}\left[(ipt-1)e^{ipt}+(ipt+1)e^{-ipt}\right] d\alpha d\beta d\gamma dx'dy'dz'$$

avec la même signification pour p que ci-dessus.

En remplaçant α, β, γ par les coordonnées polaires ρ, θ, ψ, nous pouvons effectuer, comme plus haut, les intégrations par rapport à θ et ψ, et obtenons :

$$(27)\quad U = \frac{4}{t}\frac{d}{dt}\iiint\frac{F'}{r}dx'dy'dz'\int_0^\infty\frac{\sin r\rho}{(ip)^3}\left[(ipt-1)e^{ipt}+(ipt+1)e^{-ipt}\right]\rho d\rho =$$

$$= -\frac{4}{t}\frac{d}{dt}\iiint\frac{F'}{r}dx'dy'dz' \times$$

$$\times\frac{d^2}{dr^2}\int_0^\infty\frac{\sin r\rho}{\rho(ip)^3}\left[(ipt-1)e^{ipt}+(ipt+1)e^{-ipt}\right]d\rho = -\frac{4}{t}\iiint\frac{F'}{r}\frac{d^2\Omega}{dr^2}dx'dy'dz'\,.$$

Nous avons déjà calculé Ω et trouvé (§ 6)

$$\Omega = \frac{\pi}{2v^3}\int_0^r \sum_0^\infty \left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n} \frac{\left[(vt)^2 - r^2\right]^{n+1}}{(n!)^2(n+1)}\, dr \quad \text{pour} \quad r < vt \,,$$

$$\Omega = \frac{\pi}{2v^3}\int_0^{vt} \sum_0^\infty \left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n} \frac{\left[(vt)^2 - r^2\right]^{n+1}}{(n!)^2(n+1)}\, dr \quad \text{pour} \quad r > vt \,,$$

d'où résulte

$$(28) \quad \begin{cases} \dfrac{d^2\Omega}{dr^2} = -\dfrac{\pi r}{v^3} \displaystyle\sum_0^\infty \left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n} \frac{\left[(vt)^2 - r^2\right]^n}{(n!)^2} & \text{pour} \quad r < vt \,, \\ \dfrac{d^2\Omega}{dr^2} = 0 & \text{pour} \quad r > vt \,. \end{cases}$$

Nous sommes ainsi amené de nouveau à introduire les coordonnées polaires à la place de x', y', z' dans (27), et en vertu des (28) cette expression pourra s'écrire :

$$U = \frac{4\pi}{tv^3}\frac{d}{dt}\int_0^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} F^{(r)} \sum_0^\infty \left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n} \frac{\left[(vt)^2 - r^2\right]^n}{(n!)^2}\, r^2 \sin\theta\, dr d\theta d\psi =$$

$$= \frac{4\pi}{v^3}\int_0^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} F^{(r)}\, \frac{1}{t}\frac{d}{dt} \sum_0^\infty \left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n} \frac{\left[(vt)^2 - r^2\right]^n}{(n!)^2}\, r^2 \sin\theta\, dr d\theta d\psi +$$

$$+ 4\pi \int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} F^{(vt)} t \sin\theta\, d\theta d\psi \,,$$

où l'on a :

$$F^{(r)} = F(x + r\cos\theta,\; y + r\sin\theta\sin\psi,\; z + r\sin\theta\cos\psi) \,,$$
$$F^{(vt)} = F(x + vt\cos\theta,\; y + vt\sin\theta\sin\psi,\; z + vt\sin\theta\cos\psi) \,.$$

Lors de la dérivation par rapport à t nous avons tenu compte de ce que cette grandeur figure à la fois comme paramètre et comme limite supérieure de la première intégrale. En posant ici

$$\frac{1}{t}\frac{d}{dt}\sum_0^\infty\left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n}\frac{\left[(vt)^2-r^2\right]^n}{(n!)^2}=\frac{\omega^2}{8}\sum_0^\infty\left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n}\frac{\left[(vt)^2-r^2\right]^n}{(n!)^2(n+1)}=\frac{\omega^2}{8}\,\Phi(r,vt)\,,$$

nous aurons

$$(29)\quad U=\frac{\pi\omega^2}{2v^3}\int_0^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}F(r)\,\Phi r^2\sin\theta dr d\theta d\psi+4\pi\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}F(vt)\,t\sin\theta d\theta d\psi\,.$$

Comme nous l'avons fait remarquer, V se déduit de U en dérivant par rapport au temps et en remplaçant F par X_0 ; on a par conséquent :

$$(30)\quad \left\{\begin{aligned} V=\frac{\pi\omega^2}{2v^3}\int_0^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}X_0(r)\frac{d\Phi}{dt}r^2\sin\theta dr d\theta d\psi+\frac{\pi\omega^2}{2}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}X_0(vt)\,t^2\sin\theta d\theta d\psi\,+\\ +4\pi\frac{d}{dt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}X_0(vt)\,t\sin\theta d\theta d\psi\,.\end{aligned}\right.$$

En introduisant ces valeurs de U et de V dans (24) nous aurons une nouvelle expression de X.

Pour compléter notre solution, nous allons maintenant supposer que les fonctions données $X_0 \ldots L_0$ ne soient différentes de 0 que dans l'intérieur de l'espace limité par une certaine surface S. Supposons aussi que les distances minimum et maximum du point (x, y, z) à cette surface soient a et b. Il est clair que les fonctions $X_0{}^{(r)} \ldots N_0{}^{(r)}$ seront nulles pour $r < a$ ou $> b$. Nous aurons

ainsi à considérer trois périodes dans le phénomène électromagnétique :

1° $t < \frac{a}{v}$, $\qquad U + V = 0$.

2° $\frac{b}{v} > t > \frac{a}{v}$,

$$U + V = \frac{\pi\omega^2}{2v^3}\left\{ \int_a^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} F^{(r)}\Phi r^2 \sin\theta dr d\theta d\psi + \right.$$

$$\left. + \frac{d}{dt}\int_a^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} X_0^{(r)}\Phi r^2 \sin\theta dr d\theta d\psi \right\}.$$

$$+ 4\pi\left[\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} F^{(vt)} t \sin\theta d\theta d\psi + \frac{d}{dt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} X_0^{(vt)} t \sin\theta d\theta d\psi\right]$$

3° $t > \frac{b}{v}$,

$$U + V = \frac{\pi\omega^2}{2v^3}\left\{ \int_a^{b}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} F^{(r)}\Phi r^2 \sin\theta dr d\theta d\psi + \right.$$

$$\left. + \frac{d}{dt}\int_a^{b}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} X_0^{(r)}\Phi r^2 \sin\theta dr d\theta d\psi \right\}.$$

Remarque. Au cas où le point (x, y, z) se trouve à l'intérieur de S, les fonctions $X_0^{(r)} \dots N_0^{(r)}$ seront toutes égales à 0 pour $r > b$, mais ne seront pas nécessairement nulles pour des valeurs moindres de r. Dans ce cas, nous n'avons à tenir compte que de deux périodes, l'une pour $t < \frac{b}{v}$, l'autre pour $t > \frac{b}{v}$, et nous aurons les valeurs correspondantes de $U + V$ en faisant $a = 0$ dans les deux formules ci-dessus (2° et 3°).

Nous n'avons plus qu'à indiquer pour les trois périodes les valeurs du second terme de (24), que nous désignons par W.

$$(31)\quad W = -e^{-\frac{\omega}{2}t}\int_0^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(r)}\left[\Lambda - \frac{2}{\omega}\frac{d\Lambda}{dt} + e^{-\frac{\omega}{2}t}\right] r \sin\theta dr d\theta d\psi ,$$

où nous rappelons que l'on a pour ρ_{eo} :

$$4\pi\rho_{eo} = \frac{dX_0}{dx} + \frac{dY_0}{dy} + \frac{dZ_0}{dz} .$$

D'après ce que nous avons admis pour les fonctions X_0, Y_0, Z_0, ρ_{eo} ne sera différent de 0 qu'à l'intérieur de la surface S, c'est-à-dire que $\left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(r)}$ sera toujours égal à 0 pour $r < a$ ou $r > b$. Nous aurons donc pour la valeur de W dans nos trois périodes :

1° $t < \frac{a}{v}$, $\qquad W = 0$.

2° $\frac{b}{v} > t > \frac{a}{v}$,

$$W = -e^{-\frac{\omega}{2}t}\int_a^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(r)}\left[\Lambda - \frac{2}{\omega}\frac{d\Lambda}{dt} + e^{-\frac{\omega}{2}t}\right] r \sin\theta dr d\theta d\psi .$$

3° $t > \frac{b}{v}$,

$$W = -e^{-\frac{\omega}{2}t}\int_a^{b}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{r}\left[\Lambda - \frac{2}{\omega}\frac{d\Lambda}{dt} + e^{-\frac{\omega}{2}t}\right] r \sin\theta dr d\theta d\psi .$$

Lorsque le point (x, y, z) est à l'intérieur de S, il y a lieu de faire la même remarque que ci-dessus.

La valeur totale de X, ou l'intégrale complète de (7), sera alors, sous sa forme la plus simple :

(32) 1° $t < \frac{a}{v}$, $\qquad X = 0$.

2° $\frac{b}{v} > t > \frac{a}{v}$

(32)
$$
\begin{aligned}
X = {} & \frac{e^{-\frac{\omega}{2}t}\,\omega^2}{32\pi v^3}\left\{\int_a^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left[\frac{1}{A\varepsilon}\left(\frac{dM_0}{dz}-\frac{dN_0}{dy}\right)-\frac{\omega}{2}X_0\right]^{(r)}\Phi . r^2\sin\theta\, dr d\theta d\psi \,+\right. \\
& \left. + \frac{d}{dt}\int_a^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} X_0^{(r)}\Phi r^2 \sin\theta\, dr d\theta d\psi\right\} \\
& + \frac{e^{-\frac{\omega}{2}t}}{4\pi}\left\{\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left[\frac{1}{A\varepsilon}\left(\frac{dM_0}{dz}-\frac{dN_0}{dy}\right)-\frac{\omega}{2}X_0\right]^{(vt)} t\sin\theta\, d\theta d\psi \,+\right. \\
& \left. + \frac{d}{dt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} X_0^{(vt)} t \sin\theta\, d\theta d\psi\right\} \\
& - e^{-\frac{\omega}{2}t}\int_a^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(r)}\left[\Lambda - \frac{2}{\omega}\frac{d\Lambda}{dt} + e^{-\frac{\omega}{2}t}\right] r\sin\theta\, dr d\theta d\psi .
\end{aligned}
$$

3° $t > \frac{b}{v}$

(32)
$$
\begin{aligned}
X = {} & \frac{e^{-\frac{\omega}{2}t}\,\omega^2}{32\pi v^3}\left\{\int_a^{b}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left[\frac{1}{A\varepsilon}\left(\frac{dM_0}{dz}-\frac{dN_0}{dy}\right)-\frac{\omega}{2}X_0\right]^{(r)}\Phi r^2\sin\theta\, dr d\theta d\psi \,+\right. \\
& \left. + \frac{d}{dt}\int_a^{b}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} X_0^{(r)}\Phi r^2 \sin\theta\, dr d\theta d\psi\right\} \\
& - e^{-\frac{\omega}{2}t}\int_a^{b}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(r)}\left[\Lambda - \frac{2}{\omega}\frac{d\Lambda}{dt} + e^{-\frac{\omega}{2}t}\right] r\sin\theta\, dr d\theta d\psi
\end{aligned}
$$

Par un calcul tout à fait semblable nous obtenons pour la composante L de la force magnétique :

(33) $1^\circ \; t < \frac{a}{v} \quad , \qquad L = 0$

$2^\circ \; \frac{b}{v} > t > \frac{a}{v}$

(33)
$$\left|\begin{aligned} L = \frac{e^{-\frac{\omega}{2}t}\omega^2}{32\pi v^3}&\left\{\int_a^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left[\frac{1}{A\mu}\left(\frac{dZ_0}{dy}-\frac{dY_0}{dz}\right)+\frac{\omega}{2}L_0\right]^{(r)}\Phi r^2\sin\theta\, dr\, d\theta\, d\psi\right.\\ &\left.+\frac{d}{dt}\int_a^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}L_0^{(r)}\Phi r^2\sin\theta\, dr\, d\theta\, d\psi\right\}\\ +\frac{e^{-\frac{\omega}{2}t}}{4\pi}&\left\{\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left[\frac{1}{A\mu}\left(\frac{dZ_0}{dy}-\frac{dY_0}{dz}\right)+\frac{\omega}{2}L_0\right]^{(vt)}t\sin\theta\, dr\, d\theta\, d\psi\right.\\ &\left.+\frac{d}{dt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}L_0^{(vt)}t\sin\theta\, d\theta\, d\psi\right\}\\ +e^{-\frac{\omega}{2}t}&\int_a^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{d\rho mo}{dx'}\right)^{(r)}\left[\Lambda+\frac{2}{\omega}\frac{d\Lambda}{dt}-e^{-\frac{\omega}{2}t}\right]r\sin\theta\, dr\, d\theta\, d\psi \end{aligned}\right.$$

$3^\circ \; t > \frac{b}{v}$

(33)
$$\left|\begin{aligned} L = \frac{e^{-\frac{\omega}{2}t}\omega^2}{32\pi v^3}&\left\{\int_a^{b}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left[\frac{1}{A\mu}\left(\frac{dZ_0}{dy}-\frac{dY_0}{dz}\right)+\frac{\omega}{2}L_0\right]^{(r)}\Phi r^2\sin\theta\, dr\, d\theta\, d\psi\, +\right.\\ &\left.+\frac{d}{dt}\int_a^{b}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}L_0^{(r)}\Phi r^2\sin\theta\, dr\, d\theta\, d\psi\right\}\\ +e^{-\frac{\omega}{2}t}&\int_a^{b}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{d\rho mo}{dx'}\right)^{(r)}\left[\Lambda+\frac{2}{\omega}\frac{d\Lambda}{dt}-e^{\frac{\omega}{2}t}\right]r\sin\theta\, dr\, d\theta\, d\psi \end{aligned}\right.$$

Par permutation circulaire, les (32) donnent Y et Z et les (33) M et N.

Nous rappelons que les indices (r) et (vt) ont été définis en établissant les valeurs de $F^{(r)}$ et de $F^{(vt)}$, page 33. La fonction Λ est définie, page 27, et la fonction Φ, page 34.

Si l'on veut vérifier que les valeurs trouvées pour X et L se réduisent bien à X_0 et L_0 pour $t = 0$, il faut se rappeler que tous les points de l'espace pour lesquels cette recherche peut offrir de l'intérêt sont situés à l'intérieur de S, de sorte que nous devons toujours commencer par faire $a = 0$ dans les formules. On voit alors immédiatement que l'expression s'identifie avec la fonction initiale.

Dans nos dernières formules. (32) et (33), nous avons supposé qu'au moment initial les valeurs totales des forces électriques et magnétiques ne sont différentes de 0 que pour les points compris dans l'intérieur d'une surface S. En dehors de celle-ci nous aurons donc (voir page 11) :

$$\left(X_1\right)_{t=o} = \int \frac{d\rho_{eo}}{dx'} \frac{dv}{r} = -\left(X_2\right)_{t=o}$$

et des équations analogues pour les autres composantes.

Toutefois, il aurait été tout aussi naturel de supposer qu'au moment initial les composantes $X_1 \ldots N_1$ sont les seules nulles en dehors de S, tandis que les composantes $X_2 \ldots N_2$, se dérivant d'un potentiel, ont des valeurs déterminées pour tous les points de l'espace. Si l'on voulait avoir les formules finales convenant à cette hypothèse, le mieux serait de partir des équations (14) et (15) en opérant exactement comme nous l'avons fait en partant des équations (24) et (25).

§ 9.

Avant de passer à la discussion des résultats auxquels nous voici arrivés, nous allons en vérifier l'exactitude. Il s'agit de prouver que la valeur de X, par exemple, donnée par les (32), satisfait bien à l'équation différentielle (7) :

$$(7) \qquad \frac{d^2X}{dt^2} + \omega \frac{dX}{dt} = v^2 \left[\Delta X - 4\pi e^{-\omega t} \frac{d\rho_{eo}}{dx} \right].$$

Mais il est clair que si nous prouvons que la valeur exprimée par (34) :

$$(34) \qquad X = \frac{e^{-\frac{\omega}{2}t}}{16\pi^2} \left[U + V \right] + W .$$

où U, V, W sont déterminés par les (29), (30) et (31),

y satisfait, nous aurons démontré que les solutions (32) en sont des intégrales.

Les limites d'intégration a et b des (32) dépendent il est vrai de x, y, z, mais dans la dérivation par rapport à x, par exemple, nous pouvons ne pas tenir compte de cette dépendance, parce que les fonctions $X_0 \ldots N_0$ sont toujours nulles en dehors de la surface S. Pour mettre ce point mieux en lumière, considérons par exemple l'expression :

$$\varphi = \int_a^b \int_0^\pi \int_0^{2\pi} f(r, \theta, \psi) dr d\theta d\psi$$

où f a la propriété d'être égal à 0 lorsque l'on a $r < a$ ou $r > b$, en donnant à r, a, b la même signification que dans ce qui précède.

Donnant à x un accroissement δx, on a :

$$\varphi+\delta\varphi=\int_{a+\delta a}^{b+\delta b}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} f(r+\delta r,\theta+\delta\theta,\psi+\delta\psi)drd\theta d\psi.$$

Nous pouvons néanmoins donner aux deux intégrales les mêmes limites en choisissant pour limite inférieure la plus petite des deux valeurs a et $a+\delta a$ et pour limite supérieure la plus grande des deux valeurs b et $b+\delta b$, car de cette manière les nouveaux éléments ajoutés aux intégrales sont tous égaux à 0. D'autre part, en passant à la différentielle par rapport à x les limites redeviendront a et b.

Il suffit donc de prouver que la valeur de X donnée par (34) satisfait à l'équation différentielle (7). Pour cela, nous allons montrer en premier lieu que l'expression

$$\frac{e^{-\frac{\omega}{2}t}}{16\pi^2}\left[U+V\right]$$

représente l'intégrale générale de l'équation (9) :

$$\frac{d^2X}{dt^2}+\omega\frac{dX}{dt}=v^2\Delta X,$$

c'est-à-dire de l'équation (7) privée de son dernier terme, tandis que la fonction W est une intégrale particulière de (7).

Or la fonction V est tirée de U en la dérivant par rapport au temps et par l'échange des fonctions arbitraires. Si donc $e^{-\frac{\omega}{2}t}U$ est une intégrale de (9), il résulte de la nature même de cette équation que $e^{-\frac{\omega}{2}t}V$ est également une intégrale. Par conséquent : *il suffit de démontrer que*

la fonction $e^{-\frac{\omega}{2}t}$U *satisfait bien à l'équation* (9), *ou, ce qui revient au même, que* U *satisfait à l'équation :*

$$(35) \qquad \frac{d^2\Psi}{dt^2} = v^2\Delta\Psi + \frac{\omega^2}{4}\Psi,$$

et qu'en même temps W *est une intégrale de l'équation* (7).

En négligeant le facteur 4π, nous avons :

$$(29a)\ \mathrm{U} = \frac{\omega^2}{8v^3}\int_0^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\mathrm{F}(r).\Phi.r^2\sin\theta\,dr\,d\theta\,d\psi + \int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\mathrm{F}(vt)t\sin\theta\,d\theta\,d\psi.$$

Remarquons d'abord que la fonction Φ figurant dans l'expression de U,

$$\Phi = \sum_0^{\infty}\left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n}\frac{[(vt)^2 - r^2]^n}{(n!)^2(n+1)},$$

satisfait à l'équation (35). On s'en assure facilement par vérification directe, en se rappelant que :

$$\Delta\Phi = \frac{d^2\Phi}{dr^2} + \frac{2}{r}\frac{d\Phi}{dr}.$$

Formons maintenant la dérivée ; on a :

$$\frac{d\mathrm{U}}{dt} = \frac{\omega^2}{8v^3}\int_0^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\mathrm{F}(r)\frac{d\Phi}{dt}r^2\sin\theta\,dr\,d\theta\,d\psi +$$

$$+ \frac{\omega^2t^2}{8}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\mathrm{F}(vt)\sin\theta\,d\theta\,d\psi + \frac{d}{dt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\mathrm{F}(vt)t\sin\theta\,d\theta\,d\psi,$$

puisque $\qquad (\Phi)_{r=vt} = 1.$

Nous en tirons :

$$(36)\quad \frac{d^2U}{dt^2} = \frac{\omega^2}{8v^3}\int_0^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} F(r)\frac{d^2\Phi}{dt^2} r^2\sin\theta\, dr\, d\theta\, d\psi + \frac{\omega^4 t^3}{128}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} F(vt)\sin\theta\, d\theta\, d\psi +$$

$$+\frac{\omega^2}{4}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} F(vt)\, t\sin\theta\, d\theta\, d\psi + \frac{\omega^2 t^2}{8}\frac{d}{dt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} F(vt)\sin\theta\, d\theta\, d\psi + \frac{d^2}{dt^2}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} F(vt)\, t\sin\theta\, d\theta\, d\psi,$$

en tenant compte de ce que :

$$\left(\frac{d\Phi}{dt}\right)_{r=vt} = \frac{\omega^2 t}{16}\, .$$

D'un autre côté on a :

$$(37)\qquad v^2\Delta U = \frac{\omega^2}{8v}\Delta\int_0^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} F(r)\Phi r^2\sin\theta\, dr\, d\theta\, d\psi +$$

$$+ v^2\Delta\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} F(vt)\, t\sin\theta\, d\theta\, d\psi\, .$$

Le dernier terme du second membre de cette équation est égal au dernier terme de (36), car, ainsi qu'on le sait,

$$\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} F(vt)\, t\sin\theta\, d\theta\, d\psi = \int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} F(x + vt\cos\theta\, ,\, y + \ldots\ldots)\, t\sin\theta\, d\theta\, d\psi$$

constitue la solution donnée par Poisson de l'équation $\frac{d^2\varphi}{dt^2} = v^2\Delta\varphi$.

Par conséquent, en calculant l'expression $\frac{d^2U}{dt^2} - v^2\Delta U$, nous pouvons ne pas tenir compte de ces deux termes.

Nous n'avons donc à calculer que le premier terme du second membre de (37). Faisons, pour un moment,

$$u = \int_0^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} \mathrm{F}(r).\Phi r^2 \sin\theta dr d\theta d\psi = \int\int\int \mathrm{F}(x',y',z').\Phi(r,vt)dx'dy'dz',$$

où l'intégration s'effectue à l'intérieur d'une sphère de rayon vt ayant pour centre le point (x, y, z). Si nous donnons un accroissement δx à x, il vient :

$$u+\delta u = \int\int\int \mathrm{F}(x',y',z').\Phi(r+\delta r,vt)dx'dy'dz'.$$

où l'intégration est effectuée dans l'intérieur d'une sphère de même rayon, mais dont le centre est le point $(x+\delta x, y, z)$.

Nous partageons ces intégrales comme suit :

$$u = \int\int\int_{\mathrm{A}} \mathrm{F}(x',y',z').\Phi(r,vt)dx'dy'dz' + \int\int\int_{\mathrm{B}} \mathrm{F}(x',y',z').\Phi(r,vt)dx'dy'dz'$$

$$u+\delta u = \int\int\int_{\mathrm{A}} \mathrm{F}(x',y',z').\Phi(r+\delta r,vt) + \int\int\int_{\mathrm{C}} \mathrm{F}(x',y',z').\Phi(r+\delta r,vt)dx'dy'dz',$$

où A désigne l'espace commun aux deux sphères, B l'excédant de la première et C l'excédant de la deuxième sphère. Nous aurons donc :

$$\delta u = \int\int\int_{\mathrm{A}} \mathrm{F}(x',y',z')\Big[\Phi(r+\delta r,vt) - \Phi(r,vt)\Big]dx'dy'dz' -$$

$$- \int\int\int_{\mathrm{B}} \mathrm{F}(x',y',z').\Phi(r,vt)dx'dy'dz' + \int\int\int_{\mathrm{C}} \mathrm{F}(x',y',z').\Phi(r+\delta r,vt)dx'dy'dz'.$$

Introduisant les coordonnées polaires dans les deux dernières intégrales, elles deviennent :

$$- \int\int\int_B F(r).\Phi(r,vt)r^2 \sin\theta dr d\theta d\psi + \int\int\int_C F(r)\Phi(r+\delta r,vt)r^2 \sin\theta dr d\theta d\psi .$$

Quand δx est suffisamment petit, on peut aisément calculer ces deux intégrales relatives aux deux couches B et C qui sont les couches bien connues dues au déplacement δx de la sphère. D'une part il faut donner à r la valeur constante vt d'où résulte $\Phi(vt, vt) = 1$, et de l'autre faire $dr = dx \cos\theta$. En outre, il faut pour C intégrer par rapport à θ entre 0 et $\frac{\pi}{2}$, et pour B entre π et $\frac{\pi}{2}$ ou, en changeant le signe de l'intégrale, entre $\frac{\pi}{2}$ et π. On obtient ainsi pour la somme algébrique des intégrales ci-dessus :

$$\delta x \int_0^\pi \int_0^{2\pi} F(vt)(vt)^2 \cos\theta \sin\theta d\theta d\psi .$$

Il en résulte que

$$\frac{du}{dx} = \int_0^{vt}\int_0^\pi\int_0^{2\pi} F(r).\frac{d\Phi}{dx} r^2 \sin\theta dr d\theta d\psi + v^2t^2 \int_0^\pi\int_0^{2\pi} F(vt)\cos\theta\sin\theta d\theta d\psi .$$

Nous pouvons maintenant de la même manière calculer l'expression de $\frac{d^2u}{dx^2}$, qui sera :

$$\frac{d^2u}{dx^2} = \int_0^{vt}\int_0^\pi\int_0^{2\pi} F(r).\frac{d^2\Phi}{dx^2} r^2 \sin\theta dr d\theta d\psi + \frac{\omega^2 vt^3}{16}\int_0^\pi\int_0^{2\pi} F(vt)\cos^2\theta \sin\theta d\theta d\psi +$$

$$+ v^2t^2 \int_0^\pi\int_0^{2\pi} \frac{dF(vt)}{dx} \cos\theta \sin\theta d\theta d\psi ,$$

en tenant compte de ce que l'on a :

$$\left(\frac{d\Phi}{dx}\right)_{r=vt} = \left(\frac{d\Phi}{dr}\ \frac{dr}{dx}\right)_{r=vt} = \left(-\frac{\omega^2 t}{16v}\right)\left(-\frac{x-x'}{r}\right) = \frac{\omega^2 t\cos\theta}{16v}\ .$$

Nous trouvons de même pour $\frac{d^2u}{dy^2}$ et $\frac{d^2u}{dz^2}$ des expressions analogues, d'où résulte par addition des trois expressions :

$$\Delta u = \int_0^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} \mathrm{F}(r).\Delta\Phi r^2 \sin\theta dr d\theta d\psi + \frac{\omega^2 vt^3}{16}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\mathrm{F}(vt)\sin\theta d\theta d\psi +$$

$$+ vt^2 \int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\frac{d\mathrm{F}(vt)}{dt}\sin\theta d\theta d\psi\ .$$

Les deux premières intégrales résultent, comme on le verra facilement, de l'addition ; quant à la troisième, il faut remarquer que

$$\frac{d\mathrm{F}(vt)}{dx}\ v\cos\theta + \frac{d\mathrm{F}(vt)}{dy}\ v\sin\theta\sin\psi + \frac{d\mathrm{F}(vt)}{dz}\ v\sin\theta\cos\psi =$$

$$= \frac{d}{dt}\ \mathrm{F}(x+vt\cos\theta, y+vt\sin\theta\sin\psi, z+vt\sin\theta\cos\psi) = \frac{d\mathrm{F}(vt)}{dt}\ .$$

Maintenant, par l'équation (37), nous avons :

$$v^2\Delta\mathrm{U} = \frac{\omega^2}{8v}\ \Delta\mathrm{U} + v^2\Delta\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\mathrm{F}(vt)t\sin\theta d\theta d\psi\ .$$

En reportant dans cette équation la valeur de Δu, telle que nous venons de l'établir, et en formant l'expression $\frac{d^2\mathrm{U}}{dt^2} - v^2\Delta\mathrm{U}$ conformément aux équations (36) et (37) nous obtenons :

$$(38)\quad \frac{d^2U}{dt^2} - v^2\Delta U = \frac{\omega^2}{8v^3}\int_0^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} F(r)\left(\frac{d^2\Phi}{dt^2} - v^2\Delta\Phi\right) r^2 \sin\theta\, dr\, d\theta\, d\psi +$$

$$+ \frac{\omega^2}{4}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} F(vt)\, t \sin\theta\, d\theta\, d\psi\,.$$

Mais nous avons (voir page 42) :

$$\frac{d^2\Phi}{dt^2} - v^2\frac{d\Phi}{dt} = \frac{\omega^2}{4}\Phi\,;$$

Par suite (38) se réduit à

$$\frac{d^2U}{dt^2} - v^2\Delta U = \frac{\omega^2}{4}U\,,$$

en tenant compte de la valeur de U conformément à (29 *a*).

Nous avons ainsi démontré que U est une intégrale de (35) et il nous reste à prouver que W est une intégrale de l'équation (7), comme nous l'avons dit plus haut. On a (voir page 36) :

$$W = -e^{-\frac{\omega}{2}t}\int_0^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{d\rho_{\epsilon o}}{dx'}\right)^{(r)}\left[\Lambda - \frac{2}{\omega}\frac{d\Lambda}{dt} + e^{-\frac{\omega}{2}t}\right] r \sin\theta\, dr\, d\theta\, d\psi\,.$$

Si nous posons ici

$$W = -e^{-\frac{\omega}{2}t}R\,,$$

on voit facilement que R doit satisfaire à l'équation différentielle

(39) $$\frac{d^2 R}{dt^2} - \frac{\omega^2}{4} R = v^2 \Delta R + 4\pi v^2 e^{-\frac{\omega}{2}t} \frac{d\rho_{eo}}{dx} .$$

Exprimé en coordonnées cartésiennes, R prend la forme :

$$R = \int\int\int \left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{r} \left[\frac{\Lambda - \frac{2}{\omega}\frac{d\Lambda}{dt} + e^{-\frac{\omega}{2}t}}{r} \right] dx'dy'dz' ,$$

où les intégrations sont effectuées à l'intérieur de la surface sphérique de rayon vt.

Rappelons que (voir page 27)

$$\Lambda(r,vt) = \frac{\omega}{2v}\int_0^r \sum_0^{\infty}{}_n \left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n} \frac{[(vt)^2 - r^2]^n}{(n!)^2} dr =$$

$$= r \sum_1^{\infty}{}_n \frac{\left(\frac{\omega}{2v}\right)^{2n+1}}{(2n+1)!} \sum_{p=0}^{p=n-1}{}_p \frac{1.3\ldots(2(n-p)-1)}{2.4\ldots\ldots 2(n-p)} (vt)^{2p} [(vt)^2 - r^2]^{n-p} +$$

$$+ \frac{r}{vt} \sum_0^{\infty}{}_n \frac{\left(\frac{\omega t}{2}\right)^{2n+1}}{(2n+1)!} .$$

On voit que Λ et $\frac{d\Lambda}{dt}$ ont tous deux r en facteur et sont du reste des polynômes entiers en r et vt.

Au point (x, y, z) le dénominateur r dans l'expression de R est égal à 0, et il s'en suit que dans le voisinage de ce point il entre dans l'expression des éléments infinis de la forme :

$$\frac{d\rho_{eo}}{dx'} \frac{e^{-\frac{\omega}{2}t}}{r} dx'dy'dz'$$

Si nous voulons former ΔR, il faut donc considérer à part les éléments dans le voisinage du point et procéder exactement comme dans la théorie du potentiel ordinaire lorsque le point considéré se trouve faire partie de la masse attirante. On décrit une petite sphère autour du point (x, y, z) et l'on traite isolément les deux parties du champ d'intégration, en cherchant les limites vers lesquelles tendent les grandeurs considérées lorsque le rayon de la petite sphère se rapproche de 0. En procédant de cette manière ici, on démontrera que la partie contributive due à cette sphère infiniment petite dans l'expression de ΔR est précisément égale à

$$-4\pi e^{-\frac{\omega}{2}t} \frac{d\rho_{eo}}{dx},$$

et, d'autre part, nous allons prouver que le reste de ΔR, que nous désignons par ΔR_1, multiplié par v^2 est égal aux termes du premier membre de (39). Toutefois, vu l'analogie de ces calculs avec ceux que nous venons d'effectuer pour l'équation (34), nous ne les développons qu'autant qu'il est nécessaire pour contrôler nos résultats.

Remarquons en premier lieu que la fonction

$$\frac{\Xi}{r} = \frac{\Lambda - \frac{2}{\omega}\frac{d\Lambda}{dt} + e^{-\frac{\omega}{2}t}}{r}$$

satisfait à l'équation

$$\frac{d^2R}{dt^2} - \frac{\omega^2}{4} R = v^2 \Delta R \,. \tag{40}$$

Pour le prouver, il suffit d'établir que $\frac{\Lambda}{r}$ y satisfait, ce qui se fait aisément en se rappelant que

$$\Delta \frac{\Lambda(r,vt)}{r} = \frac{1}{r}\frac{d^2\Lambda}{dr^2} .$$

On n'a donc réellement qu'à vérifier l'équation

$$\int_0^r \frac{d^2}{dt^2}\left[\sum_0^\infty \left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n} \frac{\left[(vt)^2 - r^2\right]^n}{(n!)^2}\right] dr - \frac{\omega^2}{4}\int_0^r \sum_0^\infty \left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n} \frac{\left[(vt)^2-r^2\right]^n}{(n!)^2}\, dr =$$

$$= v^2 \int_0^r \frac{d^2}{dr^2}\left[\sum_0^\infty \left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n} \frac{\left[(vt)^2 - r^2\right]^n}{(n!)^2}\right] dr .$$

Quand on a démontré ainsi que $\frac{\Lambda}{r}$ est une intégrale de (40), il s'en suit que $\frac{1}{r}\frac{d\Lambda}{dt}$ l'est aussi. Et comme, en outre, $\frac{1}{r}e^{-\frac{\omega}{2}t}$ satisfait à cette équation, puisque $\Delta\frac{1}{r} = 0$, il est clair que $\frac{\Xi}{r}$ y satisfait également.

Passons au calcul de $\frac{d^2\mathrm{R}}{dt^2}$. On trouve :

$$\frac{d\mathrm{R}}{dt} = \int_0^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(r)} \frac{d\Xi}{dt}\, r \sin\theta\, dr\, d\theta\, d\psi + v^3 \int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(vt)} t \sin\theta\, d\theta\, d\psi ,$$

vu que $$(\Xi)_{r=vt} = 1 ;$$

et ensuite

$$\frac{d^2\mathrm{R}}{dt^2} = \int_0^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(r)} \frac{d^2\Xi}{dt^2}\, r \sin\theta\, d\theta\, d\psi +$$

$$+ v^2 \int_0^{\pi} \int_0^{2\pi} \left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(vt)} \left[\frac{\omega^2 t^2}{8} - \frac{\omega t}{2}\right] \sin\theta d\theta d\psi + v^2 \frac{d}{dt} \int_0^{\pi} \int_0^{2\pi} \left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(vt)} t \sin\theta d\theta d\psi ,$$

vu que
$$\left(\frac{d\Xi}{dt}\right)_{r=vt} = \frac{\omega^2 t}{8} - \frac{\omega}{2}.$$

Quant aux valeurs de Ξ et de sa dérivée pour $r = vt$, le plus simple est de les calculer en partant de la forme intégrale de $\Lambda(r, vt)$ indiquée ci-dessus (voir page 48) et de chercher d'abord les valeurs de

$$\left(\frac{d\Lambda}{dt}\right)_{r=vt} = \frac{\omega}{2v} \int_0^{vt} \frac{d}{dt} \sum_0^{\infty} \left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n} \frac{\left[(vt)^2 - r^2\right]^n}{(n!)^2} dr = \left(\frac{\omega}{2}\right) \sum_1^{\infty} \frac{\left(\frac{\omega t}{2}\right)^n}{2n!},$$

et de

$$\left(\frac{d^2\Lambda}{dt^2}\right)_{r=vt} = \frac{\omega}{2v} \int_0^{vt} \frac{d^2}{dt^2} \sum_0^{\infty} \left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n} \frac{\left[(vt)^2 - r^2\right]^n}{(n!)^2} dr = \frac{\omega^3 t}{16} + \frac{\omega^2}{4} \sum_1^{\infty} \frac{\left(\frac{\omega t}{2}\right)^{2n+1}}{(2n+1)!},$$

ce qui permettra de trouver immédiatement les expressions en question.

Nous passons maintenant au calcul de ΔR_1. En procédant comme pour obtenir $\frac{du}{dx}$ (voir page 45), nous obtenons ici :

$$\frac{dR_1}{dx} = \int_0^{vt} \int_0^{\pi} \int_0^{2\pi} \left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(r)} \frac{d}{dx}\left(\frac{\Xi}{r}\right) r^2 \sin\theta dr d\theta d\psi + vt \int_0^{\pi} \int_0^{2\pi} \left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(vt)} \cos\theta \sin\theta d\theta d\psi ,$$

d'où nous tirons :

$$\frac{d^2R_1}{dx^2} = \int_0^{vt} \int_0^{\pi} \int_0^{2\pi} \left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(r)} \frac{d^2}{dx^2}\left(\frac{\Xi}{r}\right) r^2 dr \sin\theta d\theta d\psi +$$

$$+\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(vt)}\left[\frac{\omega^2 t^2}{8}-\frac{\omega t}{2}+1\right]\cos^2\theta\sin\theta d\theta d\psi+vt\frac{d}{dx}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(vt)}\cos\theta\sin\theta d\theta d\psi,$$

vu que $\left(\frac{\Xi}{r}\right)_{r=vt}=\frac{1}{vt}$, et

$$\left(\frac{d}{dx}\left(\frac{\Xi}{r}\right)\right)_{r=vt}=\left(\frac{d}{dr}\left(\frac{\Xi}{r}\right)\frac{dr}{dx}\right)_{r=vt}=\left(\frac{\omega^2 t}{8}-\frac{\omega t}{2}+1\right)\cos\theta .$$

Établissant les équations correspondantes pour $\frac{d^2R_1}{dy^2}$ et $\frac{d^2R_1}{dz^2}$, nous trouvons :

$$\Delta R_1=\int_0^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(r)}\Delta\left(\frac{\Xi}{r}\right)r^2\sin\theta dr d\theta d\psi+\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(vt)}\left(\frac{\omega_2 t^2}{8}-\frac{\omega t}{2}+1\right)\sin\theta d\theta d\psi+$$

$$+t\frac{d}{dt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{vt}\sin\theta d\theta d\psi ;$$

La dernière intégrale est obtenue en tenant compte de ce que

$$\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left[\frac{d}{dx}\left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{(vt)}v\cos\theta+\frac{d}{dy}\left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{vt}v\sin\theta\sin\psi+\frac{d}{dz}\left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{vt}v\sin\theta\cos\psi\right]\sin\theta d\theta d\psi=$$

$$=\frac{d}{dt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{d\rho_{eo}}{dx'}\right)^{vt}\sin\theta d\theta d\psi .$$

Si nous portons les valeurs ainsi trouvées pour $\frac{d^2R}{dt^2}$ et $\Delta R=\Delta R_1-4\pi e^{-\frac{\omega}{2}t}\frac{d\rho_{eo}}{dx}$ dans (39) cette équation est satisfaite, puisque, comme on l'a vu,

$$\frac{d^2}{dt^2}\left(\frac{\Xi}{r}\right)-\frac{\omega^2}{4}\left(\frac{\Xi}{r}\right)=v^2\Delta\left(\frac{\Xi}{r}\right),$$

de manière que nous avons démontré que $W = -e^{-\frac{\omega}{2}t}R$ est une intégrale de (7).

Nous avons par conséquent achevé la vérification de la valeur de X donnée par (32). Et de la même manière on vérifie celle de L donnée par (33), en montrant qu'elle satisfait à l'équation (8). Il en résulte que les expressions pour Y, Z d'une part, et M, N de l'autre, déduites de X et de L par permutation circulaire, satisfont aux équations déduites de (7) et (8) également par permutation circulaire.

Nous avons donc établi que le système des six fonctions, X, Y, Z, L, M, N, constitue la solution complète des systèmes d'équations maxwelliennes ($3\,a$) et ($3\,b$).

§ 10.

Nous n'avons plus maintenant qu'à discuter les résultats obtenus dans les équations (32) et (33).

Ce qu'il y a de plus frappant dans ces expressions, c'est qu'elles se rapportent à trois périodes distinctes dans l'évolution des phénomènes, et que, pour chaque point considéré (x, y, z), ces périodes ne varient qu'avec les valeurs de a et de b, c'est-à-dire de la distance minimum et de la distance maximum séparant le point de la surface S qui limite la perturbation initiale existant à l'instant $t = 0$.

Dans la première période on a : $0 < t < \frac{a}{v}$. Le milieu entourant le point (x, y, z) reste en repos. A l'instant $t = \frac{a}{v}$, comme le montrent les expressions (32), tous les points de l'espace, dont la distance minimum à S se

trouve égale à a, sont simultanément affectés par la perturbation électromagnétique. Tous ces points sont situés sur une surface S_1 parallèle à S et distante de $a = vt$.

Dans la seconde période on a : $\frac{a}{v} < t < \frac{b}{v}$. On voit que dans ce cas les forces mises en jeu au point (x, y, z) sont de nature complexe, l'expression des composantes de ces forces étant essentiellement composée de trois termes. Le premier disparaît avec ω, c'est-à-dire quand la conductibilité λ se rapproche de 0. Le second, qui est le terme principal, est représenté par des intégrales doubles qui conservent leur forme quand même ω disparaît. Il en est à peu près de même du troisième terme, qui dépend de la répartition de l'électricité ou du magnétisme libre, respectivement pour X et L, en supposant qu'il en existe. Si l'on fait $\omega = 0$ dans ces deux derniers termes on obtient directement la solution des équations de Maxwell pour un diélectrique parfait.

Il y a encore une remarque à faire. Lorsque la différence $b - a$ devient très faible, ou si la perturbation initiale est limitée à un espace très petit, toutes les intégrales triples figurant dans les formules et pour lesquelles l'intégration a lieu entre a et la valeur de vt située entre a et b seront de peu d'importance comparées au terme principal, représenté par des intégrales doubles.

Dans la troisième période on a : $t > \frac{b}{v}$. Les composantes de la force ne contiendront que deux termes représentés par des intégrales triples de même forme que le premier et le troisième terme des expressions relatives à la seconde période.

Ce qui était le terme principal pour la seconde période a disparu au moment où t a atteint la valeur $\frac{b}{v}$.

Pour tous les points de l'espace dont la distance maximum à la surface S est égale a b, la disparition de cette portion prépondérante de la force a lieu simultanément. Ces points sont tous situés sur une surface S_2 parallèle à S et distante de $-vt$. Nous donnons à cet intervalle le signe —, attendu que la distance en question doit être comptée sur la normale à la surface S à partir de cette surface et dans la direction du milieu mis initialement dans un état de perturbation.

Si donc nous voulons caractériser en peu de mots la façon dont une perturbation électromagnétique préexistant dans un milieu conducteur se propagera ultérieurement, nous aurons recours de préférence aux propriétés des deux surfaces S_1 et S_2, toutes deux parallèles à la surface S délimitant la perturbation initiale et séparées d'elle par des intervalles égaux à vt et à $-vt$. On pourra considérer S_1 comme résultant d'une dilatation de S, et S_2 comme résultant d'une contraction, la dilatation et la contraction s'effectuant avec une vitesse égale à v.

L'onde perturbatrice proprement dite se propage donc dans l'espace entre les surfaces S_1 et S_2 ; en avant de l'onde le milieu est dans un repos absolu, tandis qu'en arrière d'elle il y a un résidu de perturbation se rapprochant de 0 à mesure que le temps progresse.

Ce « résidu » présente un intérêt spécial, attendu que nous connaissons certains phénomènes qui semblent pouvoir s'y rapporter.

Citons par exemple les phénomènes connus sous le nom d'absorption électrique dans les diélectriques imparfaits, et que Maxwell a traités dans sa théorie « d'un diélectrique composé [1]. »

[1] Maxwell, *Electr. and Magn.*, vol. I, p. 376.

On sait qu'il y a aussi en optique des faits se rattachant à des résidus d'action lumineuse dans certains corps. Le phénomène qu'il y aurait lieu de comparer avec ces résidus de perturbation électromagnétique dont la théorie vient de nous indiquer l'existence est celui de la fluorescence qui, ainsi qu'on le sait, persiste encore un instant après que le corps fluorescent a cessé d'être soumis à la radiation lumineuse. On sait de plus que ce sont précisément les radiations lumineuses les plus absorbables qui donnent lieu à la lumière fluorescente. Disons cependant qu'il y a des motifs qui semblent s'opposer assez sérieusement à ce que le phénomène lumineux en question puisse s'expliquer en l'assimilant à un résidu d'ébranlement analogue à nos résidus électromagnétiques.

J'espère pouvoir, dans une étude subséquente, appliquer la théorie spécialement à ces phénomènes ainsi qu'à ceux relatifs à l'absorption électrique et que j'ai déjà mentionnés.

Quant au problème lui-même que nous venons de traiter, je pense pouvoir le reprendre sur une autre base en y comprenant d'autres sujets connexes, et obtenir des résultats dont il sera plus aisé de tirer parti pour la solution de certaines questions actuelles rentrant dans la théorie mathématique de l'électricité.

SUR LA RÉFRACTION DU SON

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

PAR

F. Louis PERROT et F. DUSSAUD.

Avec planche I.

Communiqué à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève
dans sa séance du 6 juin 1895.

Les intéressantes analogies qui existent théoriquement entre la propagation des ondes lumineuses et celle des ondes sonores ont conduit un assez grand nombre de physiciens à imaginer des expériences propres à mettre en évidence les phénomènes de réflexion, de réfraction ou d'interférence du son[1].

Dans le cas de la réfraction, il est malheureusement difficile de disposer de milieux réfringents qui soient d'assez grandes dimensions par rapport aux longueurs d'onde des sons pour être à l'abri des phénomènes de diffraction.

Anciennes expériences.

La *réflexion totale* du son dans l'eau a été signalée par Colladon à l'occasion de ses célèbres expériences sur la

[1] Sur l'interférence des ondes sonores, voir en particulier les expériences de A. Righi (*Mem. della R. Acad. delle Scienze di Bologna* 1892. Série V, t. II).

vitesse du son. Colladon a trouvé qu'à partir d'un certain angle d'incidence les vibrations émanant d'un corps plongé dans l'eau ne sortent plus dans l'air à travers la surface du liquide [1].

L'expérience de Sondhaus [2] sur la concentration du son au moyen d'une lentille biconvexe en collodion remplie d'acide carbonique, figure dans tous les traités de physique. Il faut rappeler que Sondhaus a seulement constaté les faits suivants qui, tout en prouvant suffisamment que le son est réfracté comme la lumière, n'ont pas cependant permis la vérification des formules des lentilles par la mesure expérimentale des foyers acoustiques :

1° Le bruit réfracté s'entendait très distinctement le long de l'axe principal de la lentille, tandis qu'il était à peine perceptible en dehors de cette ligne.

2° La distance où le bruit cessait d'être perceptible sur l'axe, était d'autant plus grande que le corps sonore était plus voisin de la lentille, *mais il fut impossible d'assigner avec certitude le point où l'intensité du son atteignait son maximum et par conséquent de vérifier les formules relatives aux foyers des lentilles* [3].

Hajech [4] opéra sur plusieurs gaz et sur l'eau avec des prismes, et publia quelques mesures d'angles qui correspondaient assez bien avec ceux qu'aurait donné le calcul au moyen de l'indice de réfraction. M. Neyreneuf [5] a ré-

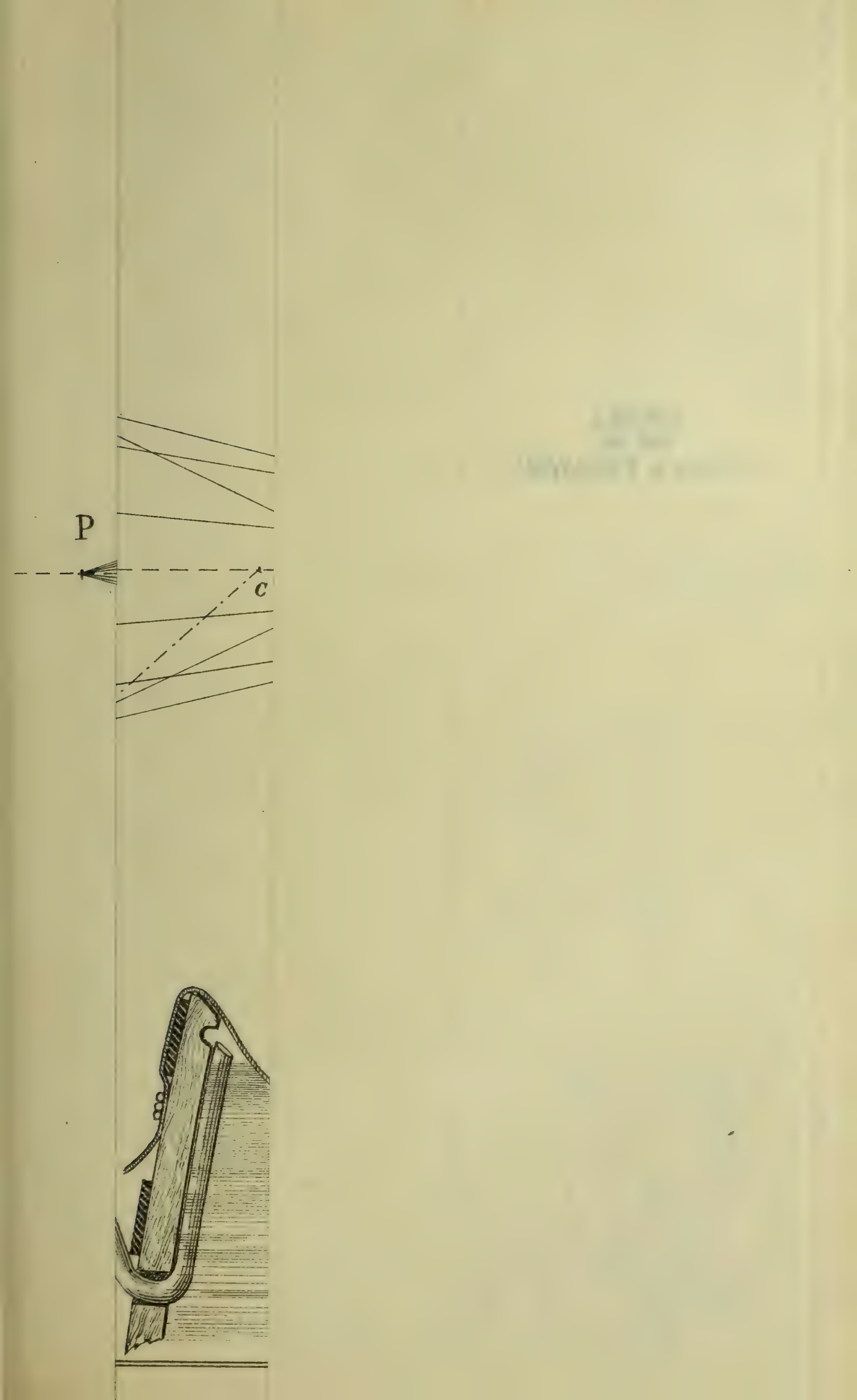
[1] *Ann. de chim. et de phys.* t. XXXVI. 1827. p. 243 et 256.

[2] *Pogg. Ann.* LXXXV, 1852. p. 378.

[3] *Ann. de chim. et phys.* 3me série, t. XXXV, 1852, p. 505.

[4] *Nuovo cimento*, mars, 1857 (mémoire original). — *Ann. de chim. et phys.* 3me série, t. LIV. 1858, p. 438 et *Archives*, t. XXXV, 1857, p. 128 (extraits).

[5] *Mémoires de l'Académie nationale des Sciences, Belles Lettres et Arts de Caen, 1894.*


P
c

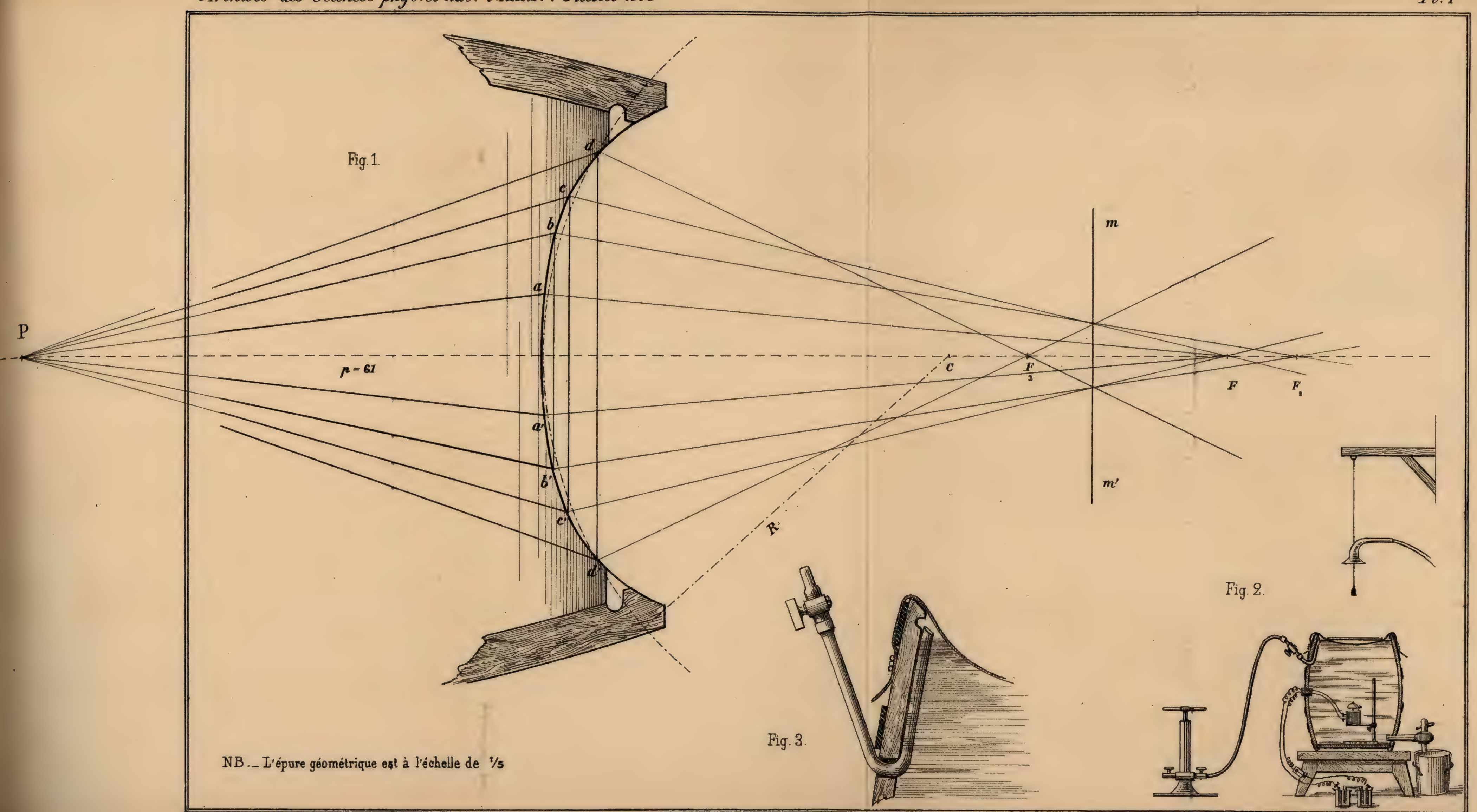


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

pété les expériences de Hajech, mais n'a pu constater aucune direction du son réfracté qui fût assez nettement spécialisée pour permettre des mesures d'angles. Avant d'avoir eu connaissance du travail de M. Neyreneuf, nous avions repris le dispositif de Hajech sans arriver non plus à un résultat positif. Voici en quoi consiste le prisme de Hajech. Il est constitué par un tube métallique droit, de 7 centim. de diamètre, et de longueur variable, taillé en biseau à l'une de ses extrémités, l'autre bout étant coupé normalement à l'axe. Les deux extrémités du tube sont fermées par des baudruches tendues, et des ajutages convenables permettent de faire passer d'un bout à l'autre du tube un courant de gaz, afin d'en chasser l'air et de le remplir du gaz voulu. Le tube est placé horizontalement et passé à travers une paroi séparant deux chambres du laboratoire. Le son est produit par un timbre ou par un diapason, ou simplement par les coups secs d'un métronome. Ces instruments sont placés dans une caisse qui s'ouvre devant l'orifice normal du tuyau. L'observateur qui se tient dans l'autre chambre devant l'orifice oblique, cherche si le son est plus fort dans une direction plutôt que dans une autre à sa sortie du tuyau. Il nous a été impossible de constater autre chose qu'une intensité un peu plus forte dans la direction perpendiculaire au plan de la membrane que dans le sens de l'axe du tuyau. Aucune mesure d'angle n'était possible. Le tube fut rempli soit de gaz d'éclairage soit d'hydrogène, deux gaz qui avaient servi à Hajech. Nous écoutions soit directement avec l'oreille, soit avec un tuyau acoustique et de la manière suivante : l'un de nous alternativement écoutait les yeux fermés (pour éviter tout à priori sur les directions privilégiées du son réfracté), tandis que l'autre promenait

l'extrémité du tuyau acoustique devant la membrane à une distance de 10 à 20cm.

Pensant que la caisse où Hajech plaçait le corps sonore produisait un renforcement de son et risquait d'ébranler toute la masse gazeuse dans le tube à la façon d'un tuyau d'orgue, nous avons presque toujours opéré sans caisse. Le corps sonore était simplement placé à l'air libre, à quelques centimètres en avant de l'orifice droit du tube. Quoi qu'on fasse on ne peut recueillir dans le tube de Hajech qu'une petite tranche d'onde plane. La section du tube est trop peu différente de la longueur des ondes employées pour qu'on soit à l'abri de la diffraction. En pratique le mouvement vibratoire parvient à travers le tube à la seconde membrane qui le diffuse ensuite devant elle en vibrant sur toute son étendue. Si l'on opère avec de l'eau dans le tube il faut donner à ce dernier une longueur restreinte, sous peine d'atténuer considérablement l'intensité des sons. La longueur du tuyau est alors d'un ordre de grandeur très voisin de celle des ondes et les conditions sont encore plus mauvaises qu'avec les gaz.

Enfin, comme M. Neyreneuf l'a fait remarquer, une cause de perturbations énormes provient du prolongement en biseau du tube. Des réflexions ont lieu vers cette région entre la membrane et la paroi.

En résumé, les données numériques du travail de Hajech ne semblent pas avoir été confirmées par la répétition de ses expériences.

Expériences de M. Neyreneuf.

M. Neyreneuf[1] a fait d'intéressantes expériences au

[1] Loc. cit.

moyen de lentilles biconcaves qu'il obtenait en remplissant d'eau une sorte de tambour dont les peaux étaient des feuilles de caoutchouc. En soutirant une certaine quantité d'eau par un ajutage sans laisser rentrer de l'air, les feuilles de caoutchouc s'incurvent en ménisques concaves.

M. Neyreneuf n'a pu constater un foyer que lorsque les deux feuilles étaient assez déprimées pour se toucher au centre sur une certaine étendue plane circulaire. Les bords seuls jouaient alors un rôle convergent pour les ondes sonores d'un timbre placé dans une caisse ouvrant contre la lentille.

Les foyers étaient recherchés au moyen d'une flamme sensible dont M. Neyreneuf a parlé dans un mémoire antérieur [1].

M. Neyreneuf a trouvé qu'à partir de la lentille, *lorsque les feuilles se touchaient*, il y avait :

Une région A actionnée par la partie plane.

Une région B d'insensibilité.

Une région C *active* d'assez grande longueur, et au delà enfin l'insensibilité.

La réfraction n'ayant pas lieu dans la région centrale de l'appareil, on a affaire à un anneau réfringent plutôt qu'à une lentille de forme classique comme celle des expériences de Sondhaus. Le mémoire de M. Neyreneuf ne renferme pas de données numériques sur les distances focales observées.

[1] *Ann. de chim. et phys.* 5me série, t. XXV. 1882, p. 167.

[2] *Journal de la Soc. physico-chimique Russe.* t. XXII, 1890. p. 233-258 (Université de St-Pétersbourg).

Travaux de M. Hesehus.

M. N. Hesehus, auteur de plusieurs travaux d'acoustique remarquables, a publié en 1890 un mémoire sur la vitesse du son dans les corps poreux. Ce travail a été traduit intégralement par M. Exner dans le *Repertorium der Physik*[1].

M. Hesehus entend par *corps poreux perméable aux sons* un milieu formé de fragments solides tassés les uns contre les autres, mais laissant entre eux des méats remplis par l'air. Tels sont des édredons, des ouates, etc. Le milieu que M. Hesehus a choisi pour ses expériences les plus complètes était constitué par des raclures d'ébonite. Le but que se proposait M. Hesehus était de mesurer la vitesse du son dans un tel milieu, en la déduisant de la mesure des distances focales observées au moyen d'une lentille de la substance poreuse.

L'auteur a rempli de fragments (copeaux) d'ébonite une espèce de cloche hémisphérique en treillis de fil de fer. Au moyen de cette lentille plan convexe il concentrait les sons d'un sifflet de Galton et recherchait leurs foyers à l'aide d'une flamme sensible.

Des écrans convenables étaient disposés devant la lentille, qui présentait son côté convexe au corps sonore. La flamme sensible était placée à une certaine distance en face du côté plan de la lentille, et c'était le corps sonore que l'on déplaçait jusqu'au moment où la flamme paraissait actionnée. A ce moment on mesurait les distances respectives de la flamme *(d)* et du sifflet *(f)* à la lentille.

[1] *Exner's Repertorium*. Bd. XXVII,471-495.

Ensuite M. Hesehus calcule l'indice *n*, inverse des vitesses dans l'air (v_0) et dans le milieu réfringent (v') au moyen des deux formules bien connues :

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

et

$$\frac{1}{F} = \frac{n-1}{r}$$

d'où

$$v = \frac{343}{n}$$

v étant la vitesse dans le milieu réfringent poreux.

La vitesse *v* est donc obtenue en admettant comme certain que le lieu où la flamme sensible est rabattue est bien le foyer normal correspondant aux formules ci-dessus.

Il ne s'agit donc pas dans cette expérience de la vérification de la formule : cette dernière est admise d'emblée comme étant applicable. La vitesse *v* dans le milieu poreux n'ayant pas été mesurée par une autre méthode il est impossible de contrôler si le foyer est réellement celui que donnerait la formule en y faisant *v* terme connu et *f* l'inconnu.

M. Hesehus a cherché à varier les conditions de l'expérience, et à établir :

1° Quelle influence un changement de densité du milieu perméable exerce sur la vitesse du son.

2° Quelle influence la longueur d'onde du son exerce sur sa vitesse dans le milieu perméable.

Nous ne pouvons entrer dans toutes les considérations théoriques de l'auteur, qui a comparé encore ses résultats avec ceux que d'autres savants ont obtenus en étu-

diant la vitesse du son dans des tuyaux étroits. Nous renvoyons le lecteur pour les détails aux mémoires originaux de l'auteur et à la traduction complète du principal d'entre eux qu'a faite M. Exner dans le *Repertorium der Physik*.

Voici les principales conclusions à tirer des résultats numériques de l'auteur :

1° *Une augmentation de densité du milieu poreux amène une diminution de vitesse.*

Ainsi[1] pour des densités relatives représentées :

Par 1 la vitesse était de 234 mètres par seconde

Par 4 » » » 186 mètres p. s., la longueur d'onde du son employé étant de 40^{mm}.

Ainsi encore pour des densités relatives représentées

Par 1 la vitesse était de 188^{m}. p. s. ($\lambda = 60^{mm}$)

Par 3 » » » 163^{m}.

Par 4 » » » 146^{m}.

L'auteur établit du reste une relation entre la proportion d'air et de substance solide renfermés dans le milieu et les vitesses observées. La densité maximum serait obtenue avec une lentille massive en ébonite, et la vitesse serait alors nulle[2].

2° *Plus le son est élevé plus la vitesse est grande pour une même densité du milieu poreux.*

On voit par exemple dans le tableau II du mémoire de M. Hesehus que :

Pour une densité de 1

A une longueur	d'onde	de	$\lambda = 60^{mm}$	correspond	une vitesse	$= 188^{m}$
»	»	»	$\lambda = 52$	»	»	$= 204$
»	»	»	$\lambda = 40$	»	»	$= 234$
»	»	»	$\lambda = 32$	»	»	$= 251$
»	»	»	$\lambda = 24$	»	»	$= 261$

[1] Tableau II du mémoire cité plus haut.
[2] *Repertorium*, loc. cit. p. 493.

Pour une densité de 3

A une longueur	d'onde de		$\lambda = 60^{mm}$	correspond	une vitesse	$= 163^m$
»	»	»	$\lambda = 52$	»	»	$= 176$
»	»	»	$\lambda = 40$	»	»	$= 207,4$
»	»	»	$\lambda = 32$	»	»	$= 228$
»	»	»	$\lambda = 24$	»	»	$= 247$

Ces données numériques dont nous ne donnons qu'une très faible partie, sont fort curieuses. Il en résulte que les sons aigus traverseraient beaucoup plus rapidement les milieux poreux que ne le feraient les sons graves.

Les milieux poreux sont en fait extrêmement compliqués de texture, et le son s'y transmet à la fois par les parties solides et par les inextricables conduits pleins d'air qui pénètrent toute la masse.

M. Hesehus n'indique pas qu'elles étaient les dimensions des fragments d'ébonite. Si l'on pouvait réaliser en pratique que le rapport entre la grandeur des fragments solides et la longueur d'onde du son employé fût du même ordre que le rapport entre la grandeur des molécules d'un corps optiquement transparent et la longueur d'onde des vibrations lumineuses, le milieu poreux serait alors comparable pour le son à ce qu'un milieu translucide est pour la lumière : l'air qui entoure les fragments solides étant l'analogue de l'éther entourant les molécules.

Quoi qu'il en soit, malgré tout l'intérêt des expériences de M. Hesehus et la régularité de ses résultats numériques, nous avons trouvé désirable de faire une expérience sur un milieu parfaitement homogène, et dans lequel la vitesse du son eût été déterminée par des mesures directes. L'eau nous a paru réaliser les meilleures conditions théoriques et pratiques.

Nouvelles expériences.

Le procédé de Hajech n'ayant donné aucun résultat, nous avons renoncé à l'emploi des prismes pour vérifier les lois de la réfraction du son. Ne connaissant ni les travaux de M. Hesehus ni ceux de M. Neyreneuf, M. le prof. Ch. Soret nous conseilla de construire des lentilles biconcaves en formant une espèce de tambour avec des feuilles de caoutchouc tendues sur un cadre circulaire, comme il est dit plus haut.

Tant qu'on donne des dimensions restreintes à cet appareil, on obtient des lentilles de formes régulières, qui peuvent être placées dans toutes les positions sans se déformer. Mais on est exposé à des effets de diffraction comme avec un petit écran, et la réfraction est tout à fait altérée.

Nous avons trouvé que le maniement de ces mêmes lentilles, lorsqu'on leur donne des dimensions assez grandes pour être à l'abri de la diffraction des ondes acoustiques, devient fort mal commode. Le poids de l'eau déforme les parties inférieures des lames de caoutchouc. Placée horizontalement la lentille devient convexe en dessous, malgré une forte aspiration de l'eau exercée par l'ajutage. Placée verticalement elle affecte des courbures bizarres, bombées dans le bas. On aurait peut-être pu corriger ces défauts en perfectionnant le dispositif, par exemple en donnant une certaine rigidité aux surfaces au moyen d'un treillage en fils métalliques qui aurait permis d'avoir une sorte de lentille à échelons.

Mais il faut remarquer avant tout un inconvénient des lentilles comme celles de Sondhaus et de M. Neyreneuf :

Les ondes partant du corps sonore ont à traverser avant d'être perçues au delà de ces lentilles :

1° Un espace d'air.
2° Une première membrane.
3° Une épaisseur d'eau.
4° Une seconde membrane.
5° Un espace d'air.

De là des pertes multiples par absorption et par réflexion.

Colladon avait observé qu'il gagnait en intensité et en netteté de son lorsqu'il enlevait, au moyen d'un siphon, l'air qui pouvait être resté emprisonné sous la cloche qu'il faisait tinter dans l'eau. Si les vibrations sont directement transmises à un liquide, elles s'entendent beaucoup plus loin que si un coussin d'air est interposé entre le corps sonore et le liquide.

Pour pouvoir ébranler directement le liquide nous avons, encore sur le bienveillant conseil de M. Soret, renoncé à une lentille proprement dite. Nous nous sommes contentés d'une *surface courbe* limitant l'eau d'avec l'air, et ayant sa convexité tournée vers l'eau. Le corps sonore est placé dans l'eau, milieu le moins réfringent et on écoute dans l'air, milieu le plus réfringent.

Les foyers p' sont donnés par la formule

$$\frac{n}{p'} + \frac{1}{p} = \frac{n-1}{R}$$

dans laquelle n est l'indice de réfraction 4,25 entre l'eau et l'air, p la distance du corps sonore au sommet du ménisque, et R le rayon de courbure du ménisque *supposé sphérique.*

Voici comment l'appareil était construit (voir pl. I, fig. 2) :

Un tonneau en bois a été dressé sur son fond ; on a enlevé le fond supérieur, puis resserré les cercles. Dans le bas est placé un robinet de vidange, et en un point à mi-hauteur, une des douves a été percée pour faire communiquer l'extérieur avec l'intérieur par un petit tuyau en métal[1]. Ce tuyau est recourbé et s'ouvre en dedans, tout près du bord supérieur, de manière à dépasser de quelques millimètres le niveau de l'eau quand le tonneau est presque entièrement rempli. A l'extérieur le tuyau est muni d'un robinet.

Un timbre électrique à son très aigu était fixé sur un support dans l'axe de figure du tonneau. On remplissait d'eau ce dernier puis on le fermait en tendant au-dessus de la surface de l'eau une feuille de caoutchouc très mince et de très bonne qualité[2]. Les bords de la feuille, rabattus contre les douves, étaient retenus par plusieurs tours de ficelle passés le long d'un des cercles, qui servait de gorge.

On soutirait ensuite une certaine quantité d'eau par le robinet inférieur, ce qui causait une dépression dans la feuille de caoutchouc : elle se creusait en un ménisque d'assez belle apparence. Le robinet était ensuite fermé, mais de l'air ne tardait pas à rentrer en s'insinuant entre le bois et le caoutchouc, rétablissant peu à peu l'égalité de pression sur les deux faces. Pour maintenir le vide sous le caoutchouc, on aspirait cet air au moyen d'une pompe par le petit tuyau.

[1] Voir fig. 3, pl. I, la disposition du tuyau et le mode d'attache de la feuille de caoutchouc.

[2] Ce caoutchouc est employé dans l'art dentaire sous le nom de *rubber-dam*.

Avec le jeu de la pompe il était possible de conserver au ménisque une courbure à peu près invariable sans avoir à ôter ni à remettre d'eau dans le tonneau. L'eau baignait en dedans le caoutchouc jusqu'à un ou deux centimètres des bords quand l'air avait été suffisamment enlevé.

La *flèche* du ménisque se mesurait au sommet à partir d'une baguette posée horizontalement suivant un diamètre du tonneau, et qui représentait la *corde*. Cette corde restait la même dans toutes les expériences et avait une longueur de $47^{cm}5$. Le rayon R de courbure se calculait donc au moyen de trois points : l'un au sommet du ménisque et les deux autres aux extrémités de la corde. Cela n'était pas rigoureusement exact, car le ménisque n'était pas sphérique, comme on le verra plus loin.

Nous n'avons jamais calculé le rayon de courbure avant l'estimation expérimentale de la distance focale, de peur d'être instinctivement portés à découvrir un foyer à l'endroit prévu par le calcul. L'oreille en effet trahit bien plus que l'œil ou le toucher dans les observations physiques.

Marche de l'expérience.

Le ménisque une fois obtenu, un des expérimentateurs s'occupait à lui maintenir une courbure constante par le jeu de la pompe. La sonnerie électrique était mise en train et le second expérimentateur, placé sur une estrade de façon à se trouver au-dessus du tonneau, observait au moyen d'un cornet acoustique la direction des rayons sonores réfractés.

Pour plus de précautions nous avons fait des contre-

épreuves, l'un de nous tenant le cornet à diverses hauteurs tandis que l'autre écoutait à distance et les yeux fermés, son oreille étant en relation avec le cornet par un tube de caoutchouc d'une certaine longueur.

Dès les premiers essais nous avons constaté un extrême renforcement du son suivant l'axe principal[1]. Ce renforcement était sensible jusqu'à environ deux mètres au-dessus du tonneau. Quant à l'existence de foyers sur l'axe elle a été plus difficile à constater.

En promenant le cornet acoustique le long de l'axe nous n'avons jamais pu déterminer un point d'intensité maximum. L'intensité semblait diminuer graduellement à mesure qu'on s'éloignait du ménisque.

Par contre, lorsqu'on coupait l'axe par une série de plans perpendiculaires en déplaçant horizontalement le cornet à diverses hauteurs, on observait à une certaine distance une tranche d'air plane dans laquelle l'augmentation du son se manifestait plus brusquement que dans toute autre au moment où on coupait l'axe. En même temps le son au point où l'axe était coupé paraissait un peu plus clair et métallique qu'en d'autres points.

Cette *tranche d'air* a été considérée par nous comme étant une sorte de *plan focal,* qui renfermait le lieu où les rayons étaient le plus concentrés.

Voici le tableau des résultats d'un certain nombre d'expériences. Le calcul de la distance focale p' a été fait au moyen du rayon R comme c'est indiqué plus haut. L'indice n fut pris $= 4{,}25$; la distance p' fut toujours de 61 centimètres. La 1re colonne indique les flèches de courbure du ménisque mesurées du sommet à la corde

[1] Comme dans l'expérience de Sondhaus.

de 47cm5. Chaque chiffre observé est la moyenne de plusieurs mesures faites alternativement par les deux observateurs.

Expérience	Flèche	R	p' Observé	p' Calculé	Différence.
	cm	cm	cm	cm	
I	4,3	67,4	117	133	— 16
II	4,6	63,3	102	121	— 19
III	4,7	62,1	107	118	— 11
IV	6,3	47,7	64	81	— 17
V	7,5	41,1	64	67	— 3
VI	7,3	41,0	51	67	— 16
VII	7,8	39,9	60	65	— 5
VIII	8,0	39,1	49	63	— 14

On remarque une différence assez constante entre le plan focal observé et le foyer calculé par la formule. Nous avons d'abord attribué en partie cette différence au fait que le cornet acoustique donne peut-être l'impression d'un maximum d'intensité quand le point le plus sonore est placé, non à l'orifice du pavillon, mais à quelques centimètres dans l'intérieur de la conque. Or nous avions mesuré les distances focales en partant des bords du cornet. En outre le corps sonore n'était pas un point et son *image* devait être plus ou moins étendue. D'autres phénomènes tels que des réflexions et diffractions vers les bords du tonneau peuvent encore entrer en jeu pour empêcher la formation d'un foyer précis. Mais *la cause principale des différences constatées résidait dans la forme du ménisque*; nous avons pu nous en assurer de la manière suivante:

Une épure de l'expérience IV a été tracée à l'échelle de $^1/_2$ après qu'on eut relevé la forme réelle du ménisque au moyen d'une série de cordes [1]. On repré-

[1] La fig. 1, pl. I, reproduit cette épure à l'échelle de $^1/_{50}$.

senta la section principale du ménisque, de même que celle de la sphère de rayon R qui passe par le sommet du ménisque et qui coupe ce dernier aux extrémités de la corde de 47cm5. Le dessin a permis de constater que le ménisque était constitué :

1° Par une calotte *aa'* soustendue par une corde de 10 à 14cm, qui pourrait être confondue en pratique avec la sphère de rayon R.

2° Par une première zone *ac* entourant la calotte, et dont le rayon de courbure est plus grand que R.

3° A cette première zone succède une seconde *cd* dont le rayon est au contraire plus petit que R.

4° Le passage d'une zone à l'autre a lieu assez brusquement vers les extrémités d'une corde de 37 cm.

Cette allure particulière du ménisque influe comme suit sur la direction des rayons réfractés :

1° Si la sphère était osculatrice du ménisque vers le sommet, les rayons réfractés par la calotte formeraient leur foyer en F, suivant la formule des surfaces sphériques.

2° En réalité les rayons réfractés par la calotte et par la première zone forment leurs foyers un peu au delà de F, (du côté de F_2).

3° Les rayons réfractés par la seconde zone forment leurs foyers notablement en deçà de F, (entre F et F_3).

Il en résulte plusieurs cônes de rayons, qui se pénètrent en partie; un point focal unique ne saurait être obtenu. Mais il y aura un plan perpendiculaire à l'axe commun des cônes pour lequel la section de ces derniers sera minima [1]. Dans le cas de l'expérience IV ce plan (*mm'*) se

[1] Le diamètre de la section minima des cônes était de 8cm environ, un peu moins que le diamètre du pavillon du cornet.

trouve être, *par construction*, situé à $64^{cm}5$ en avant du sommet du ménisque. C'est là que les rayons sont le plus concentrés et c'est effectivement à 64^{cm} que nous avons *observé* un *plan focal.*

En présence des différentes causes secondaires de perturbations signalées plus haut, il ne faut pas attacher une grande importance à la coïncidence rigoureuse constatée pour l'expérience IV. Néanmoins l'étude de la forme du ménisque prouvant que la distance focale *observée* devait être toujours plus faible que celle du foyer de la sphère de rayon R, les résultats obtenus se trouvent expliqués.

Laboratoire de Physique de l'Université de Genève,
décembre 1894.

DISSOLUTION DES GAZ

DANS

LES EAUX DES LACS

PAR

Alex. Le ROYER et André DELEBECQUE

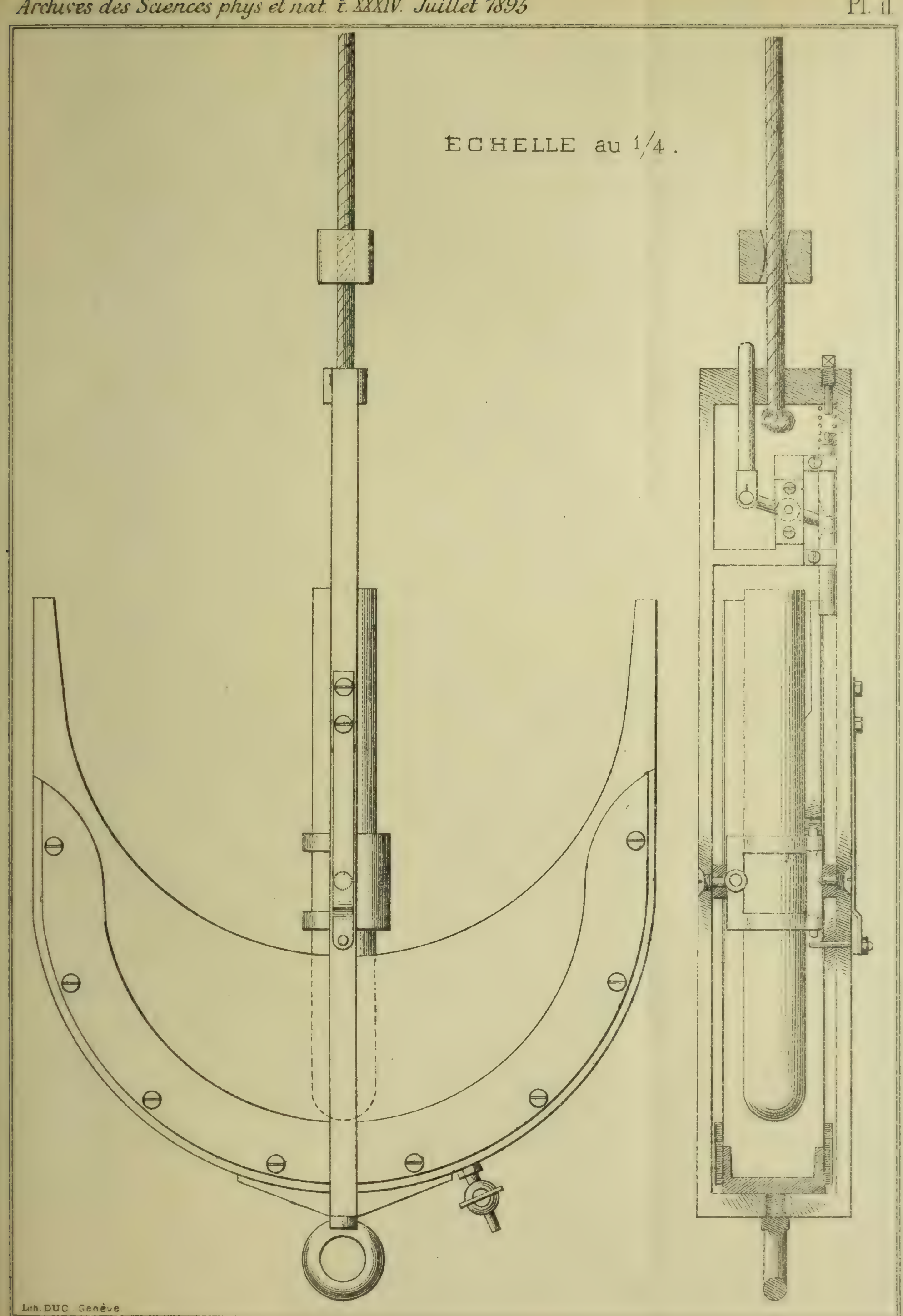
Avec planche II.

Communiqué à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève dans sa séance du 4 juillet 1895.

Nous avons été surpris, en consultant les divers travaux concernant les quantités de gaz dissous dans les eaux des lacs et des mers, de la diversité des opinions sur cette question, et des résultats contradictoires des expériences qui ont été faites à ce sujet.

Les gaz contenus dans l'eau y sont-ils dissous avec un coefficient correspondant à la pression? ou bien au contraire la dissolution gazeuse est-elle une dissolution homogène et les quantités de gaz ne dépendent-elles que de la température qui fait varier leur solubilité ?

A première vue la deuxième alternative est la plus probable, tout en tenant compte des différents facteurs naturels qui peuvent la modifier. Entre autres : action de la vie organisée, courants, sursaturations, apport d'eaux de sources, décompositions minérales ou organiques, etc.


ECHELLE au 1/4.
Lith. DUC. Genève.

Les résultats contradictoires qui ont été obtenus peuvent provenir: soit de ce que les eaux étaient dans des conditions différentes, soit des appareils eux-mêmes qui ont servi a ramener les eaux à la pression correspondant à la profondeur à laquelle elles avaient été prises.

L'appareil employé à bord du « Vöringen » consiste en un serpentin où l'eau circule à la descente : à la montée deux hélices avec axe de rotation vertical viennent visser des bouchons qui ferment les extrémités du serpentin.

L'appareil qui a servi à bord du « Travailleur » est formé par un cylindre métallique résistant, où l'eau se renouvelle à la descente. Un messager glissant sur la ligne qui porte l'appareil vient fermer deux robinets qui entraînent la fermeture de deux soupapes s'ouvrant de l'extérieur à l'intérieur, dont le joint est d'autant plus étanche que la pression intérieure est plus forte. L'étanchéité de ces appareils dépend de leur construction.

Le dispositif que nous avons employé sur le lac de Genève le 13 juin 1895, construit par la « Société genevoise des instruments de physique » (Pl. II), consiste en une éprouvette de 200 centimètres cubes, portée par une douille en laiton dont elle peut facilement être enlevée à l'aide de deux vis. Cette douille est pourvue de 2 tourillons horizontaux pivotant dans un cadre vertical de laiton, à la partie supérieure duquel est attachée la ligne de sonde. Un messager glissant le long de la ligne vient frapper un anneau porté par une tige verticale qui, par l'intermédiaire d'un levier, vient déclancher l'éprouvette.

L'éprouvette se renverse grâce à une surcharge de poids donnée à la douille du côté de l'extrémité ouverte de l'éprouvette. Un ressort pourvu d'un bouton métallique, pénétrant dans un évidement ménagé dans la

douille, maintient l'éprouvette renversée dans une position verticale à 180° de la position primitive, le fond en haut.

L'appareil est descendu dans l'eau, l'éprouvette le fond en bas remplie de mercure. Lorsqu'il est arrivé à la profondeur voulue, on lance le messager, qui fait basculer l'éprouvette, dans laquelle l'eau remplace aussitôt le mercure. Celui-ci est récolté dans une sorte de gouttière en arc de cercle formant alors cuve à mercure et fermant de la sorte l'extrémité ouverte de l'éprouvette.

En réglant la rapidité de renversement de l'appareil par déplacement vertical de l'éprouvette, 150 centimètres cubes de mercure tombent et sont remplacés par l'eau.

Le joint est parfaitement étanche, car le bas de l'éprouvette plonge dans le mercure et il reste, à l'intérieur de l'éprouvette au-dessus du niveau du mercure dans la gouttière, une colonne de 5 centimètres de mercure permettant aux gaz contenus dans l'eau de se détendre s'il y a lieu.

Ces gaz naturellement montent au sommet de l'éprouvette et ne peuvent non plus que l'eau passer au travers du mercure.

Résultats obtenus sur le lac de Genève à bord du « Gallia ». Les eaux prises par l'appareil à une profondeur de 250 et 290 m. à peu près. (La variation de longueur de la ligne de sonde en chanvre tressée, due à la charge et à son immersion dans l'eau ne nous étant pas connue) n'ont donné aucun dégagement gazeux. Une éprouvette prise à 290 m. ramenée à terre sur une cuve à mercure après 5 heures a donné un dégagement gazeux correspondant à la variation de solubilité du gaz, due à la température. La température de l'eau à 290 m. étant de 4°5 celle du laboratoire de 20°,

Ces expériences montrent :

1° Que dans l'eau que nous avons prise, les gaz n'étaient pas dissous sous une pression correspondante à la profondeur. Mais que probablement la masse liquide formait à peu près une solution homogène du gaz et que la pression ne joue aucun rôle,

2° L'eau prise, avec la bouteille de Mill où elle peut se détendre, aurait donné à l'analyse la quantité de gaz véritablement dissoute à ces profondeurs.

Collège de Genève, juin 1895.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

G. LUNGE ET H. V. KÉLER. ANALYSE DE DEUX BENZOLS BRUTS PROVENANT DES GAZ DE FOURS A COKE (*Zeits. ang. Chem.*, 1894, p. 637, Zurich).

On prive les gaz du four à coke de leurs carbures d'hydrogène éclairants : 1° par absorption, probablement au moyen de carbures pesants et 2° par compression. La première méthode donne un produit brut renfermant 85 % de benzène et 11,6 de toluène, la seconde donne un produit avec 67 % de benzène et 15,6 de toluène à côté d'homologues supérieurs, de phénols, naphtaline et autres impuretés.

G. LUNGE. CONDENSATION DE L'ACIDE CHLORHYDRIQUE DANS LES TOURS A PLATEAUX (*Zeits. ang. Chem.*, 1894, p. 615, Zurich).

Le système de plateaux superposés percés de trous de 6-7 mm. a donné d'excellents résultats pour la condensation de l'acide chlorhydrique. Lunge discute quelques modifications de détail pour obtenir un meilleur refroidissement.

G. LUNGE et W. ABENIUS. DÉCOMPOSITION DE L'ACIDE NITRIQUE PAR LE SULFATE D'AMMONIAQUE LORS DE LA CONCENTRATION DE L'ACIDE SULFURIQUE (*Zeits. ang. Chem.*, 1894, p. 608, Zurich).

Les recherches de ces chimistes montrent que l'acide nitreux ou plutôt l'acide nitrosylsulfurique est très rapide-

ment décomposé, lorsqu'il est traité à chaud en dissolution d'acide sulfurique, même concentré à 60 degrés, par le sulfate d'ammoniaque, lorsque NH_3 se trouve en proportion égale à N de l'acide nitreux. L'acide nitrique est plus résistant, mais une demi-heure de cuisson suffit pour le décomposer quand il y a en présence des molécules égales d'NH_3 et de HNO_3, la décomposition est moins rapide si l'acide est moins concentré. En pratique il faut donc éviter de concentrer de l'acide sulfurique renfermant encore de l'acide nitrique, qu'on aurait beaucoup de peine à faire disparaître.

G. Lunge et A. Lwoff. Détermination du carbone dans le fer et l'acier (*Stahl und Eisen*, 14, p. 624, Zurich).

Article critique et de polémique sur les différents procédés de dosage du carbone dans l'acier et le fer, Ledeburg, Hempel, Göttig, Wiborgh, Lunge et Marchlewski. Ils maintiennent que la méthode de Wiborgh perfectionnée par Lunge et Marchlewski est aussi bonne que celle de Hempel et parfaitement suffisante pour les besoins de l'industrie.

Roland Scholl. De l'oxime du chlorure de formyl, premier produit de l'action de l'acide chlorhydrique sur les fulminates (*Berichte*, XXVII, 2816, Zurich).

Cette oxime s'obtient en traitant le fulminate de sodium par l'acide chlorhydrique concentré, on obtient de la solution éthérée, des aiguilles de CClHCNOH très peu stables au-dessus de 0°, qui furent analysées. En traitant cette oxime par la soude suivant la réaction $ClHCNOH + 2\ NaOH = C\colon NONa + NaCl + 2\ H_2O$ on obtient le fulminate de sodium qu'on peut retransformer par $HgCl_2$ en fulminate de mercure. L'oxime n'est pas explosible, dangereuse à respirer, soluble dans l'eau, il se forme rapidement CNH; avec l'acide chlorhydrique dilué, il se forme quantitativement de l'hydroxylamine.

A. WERNER. CHLORURES DES ACIDES HYDROXIMIQUES ET DÉRIVÉS (*Berichte,* XXVII, 2846, Zurich).

L'auteur a chloruré directement les trois nitrobenzaldoximes isomères dissoutes dans le chloroforme ; les chlorures obtenus se transforment très facilement en benzénylamidoximes en chauffant avec une solution d'ammoniaque dans l'alcool absolu ; ou en traitant par de la potasse concentrée à chaud, on obtient des hyperoxydes de benzildioximes substituées.

F. SCHAFFER et ALFRED BERTSCHINGER. DE L'ACIDE SULFUREUX DANS LE VIN (*Schw. Wochschr. Pharm.*, 32, p. 397, Zurich).

Recherches faites à la demande de la Société des chimistes analystes suisses pour savoir jusqu'à quel point on peut autoriser l'emploi de SO_2 pour conserver le vin, et quelle quantité maximum d'acide libre ou combiné avec l'aldéhyde on peut autoriser dans le vin au point de vue hygiénique. Elles ne sont pas terminées, les conclusions suivront.

G. LUNGE et H. v. KÉLER. EXAMEN CHIMIQUE DES SULFATES D'ALUMINE DU COMMERCE (*Zeits. ang. Chem.*, 1894, p. 669, Zurich).

Études faites pour rechercher l'influence des impuretés renfermées dans les produits commerciaux au point de vue de la teinture et de l'impression sur tissus ; ils ont trouvé de la silice, du fer, de l'acide sulfurique libre, de la soude, une trace d'arsenic, une fois du zinc et du titane suivant les échantillons. Le fer est nuisible pour le rouge de Turquie ainsi que le zinc. Pour l'impression cette impureté n'a pas d'importance.

E. SCHULZE ET S. FRANCFURT. SUR LA β-LÉVULINE. (*Berichte,* XXVII, p. 3525, Zurich).

Les auteurs, en répétant la préparation du corps associé au saccharose et retiré du seigle vert, lui ont trouvé des pro-

priétés un peu différentes ; ils le désignent sous le nom de β-lévuline. Elle est soluble dans l'eau, précipitable par l'alcool, quelquefois sous une forme cristalline. $[\alpha]_D = -28°,6$ à $28°,9$, les acides la transforment en lévulose, l'analyse donne la formule

$$C_{12}H_{22}O_{11} \text{ ou } C_{18}H_{32}O_{16}$$

PHYSIOLOGIE

Léon Massol. — Les eaux d'alimentation de la Ville de Genève (Genève, Aubert-Schuchardt, 1894).

Le mémoire de M. Massol, Directeur du laboratoire de bactériologie et de salubrité de Genève, est un document nouveau d'une importance pratique réelle sur la contenance des eaux d'alimentation de Genève en germes microbiens. La méthode suivie dans ces recherches révèle un observateur sagace, la technique employée est irréprochable, enfin l'exposition est claire et limpide, comme l'eau du lac analysée par l'auteur.

M. Massol commence par une introduction sur le rôle de l'eau dans l'étiologie des maladies infectieuses, sur la météorologie et la stratigraphie du lac. Il fait dans le chapitre suivant un exposé de la technique qu'il a employée, soit pour la numération des microbes, soit pour le dosage des matières organiques et de l'oxygène dissous.

Il rejette la méthode par les milieux liquides, comme méthode générale, et n'emploie le procédé de Miquel que pour contrôler quelques analyses spéciales. L'auteur a préféré avec raison la méthode de Koch basée sur les milieux solides qui est en effet la plus commode et qui malgré ses imperfections est restée la seule usuelle.

M. Massol, dans ses analyses, a substitué aux plaques de Pétri des tubes d'essai de fort calibre, terminés par une tubulure bouchée à la ouate, recouverts d'une capote en caoutchouc. Ce procédé a l'avantage d'empêcher les contaminations fortuites de la gélatine ensemensée et la dessiccation trop

rapide de sa surface. Pour chaque analyse, 30 tubes remplis de gélatine au macéré de viande, étaient ensemencés et restaient à l'étuve à 22° — 23° pendant une quinzaine de jours avant la numération des colonies. De cette façon la dilution des germes était suffisante pour empêcher dans chaque tube les colonies liquéfiantes d'être trop nombreuses, et la durée d'incubation était assez longue pour permettre l'éclosion de la plupart des germes contenus dans l'échantillon analysé.

Les analyses quantitatives portent sur une période de 22 mois, de mars 1892 à fin décembre 1893, à raison de 20 à 22 analyses par mois. Elles ont été faites sur des échantillons recueillis à la prise d'eau de la Ville sur le Banc du Travers, à mi-distance du fond et de la surface, soit environ à 1^{m}70 en moyenne de la surface. Elles ont été comparées à des échantillons prélevés au pont des Bergues et à une des fontaines de la ville.

Les résultats obtenus ont été résumés dans une série de graphiques où figurent également les changements limnimétriques de la hauteur des eaux, la quantité d'eau tombée à la date indiquée, les vents dominants avec leur vitesse kilométrique.

Enfin dans une dernière planche, l'auteur compare les courbes de l'intensité lumineuse et de la moyenne des nombres minima de microbes par centimètre cube, révélés par l'analyse à la même époque.

De la comparaison de ces deux courbes, il ressort qu'à une période de grande intensité lumineuse, correspond une diminution considérable du nombre des germes et réciproquement.

A côté de cette influence épuratrice de la lumière, M. Massol étudie celle de la décantation, troublée momentanément par l'action des vents et des chutes météoriques. L'influence perturbatrice du vent est très grande, surtout en aval du banc du Travers.

Par certaines belles journées du mois de juillet et d'août, l'eau du lac est d'une pureté microbienne si grande, que M. Massol n'a pu y découvrir un seul germe dans 2 cent. cube d'eau prise à 1^{m}60 de profondeur sur le Banc du Travers.

Après trois jours de forte bise, l'auteur a trouvé 3422 germes par cent. cube, trois jours après la chute de la bise le nombre des microbes était tombé à 98 par cent. cube, chiffre un peu inférieur à la moyenne du mois.

M. Massol conclut de ces variations que la Ville aurait avantage à prolonger encore sa prise d'eau pour arriver à avoir une prise au large par 15 mètres de profondeur. L'expérience a démontré en effet que les vagues les plus violentes restent sans effet sur les fonds au delà de 10 mètres.

Le chapitre que l'auteur consacre à l'analyse qualitative des eaux du lac renferme des données précieuses et certains faits nouveaux qui intéressent tout particulièrement les médecins.

Nous n'insisterons ici que sur l'absence constante du bacille typhique dans les eaux d'alimentation de Genève, et sur la présence de certains vibrions qui simulent à s'y méprendre le fameux bacille virgule du choléra, mais qui n'ont avec le vibrion de Koch qu'une ressemblance fortuite. Il leur manque un ou plusieurs autres caractères tels que la réaction du rouge cholérique (indol nitreux) et l'action pathogène sur les animaux.

M. Massol a pu isoler parmi ces vibrions similicholériques 8 espèces, dont 5 nouvelles.

Nous mentionnerons en terminant les recherches parallèles faites par M. Massol sur la quantité des matières organiques et d'oxygène dissous contenu dans l'eau de Genève.

« La conclusion de toutes ces recherches, dit M. Massol, « est que Genève est une ville privilégiée, car l'eau du lac « qui sert à son alimentation, est non seulement une des plus « belles, mais aussi une des plus pures qui existent. »

Prof. Ad. D'Espine.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

A LAUSANNE

Séance du 1er mai 1895.

F.-A. Forel. Observations simultanées faites à Morges pendant les grands froids de l'hiver sur deux thermomètres à minimum. — F.-A. Forel. Terrasses lacustres quaternaires du Boiron de Morges. — Ch. Dufour. Observations sur la scintillation des étoiles.

M. F.-A. Forel décrit les *observations simultanées qu'il a faites à Morges pendant les grands froids de l'hiver sur deux thermomètres à minimum*, l'un fixé contre un mur, sous un auvent, à 4 m. au-dessus du sol, l'autre étendu sur la neige dans un jardin. La différence entre les températures minimales s'est élevée jusqu'à 11° et, trois fois pendant l'hiver, le thermomètre exposé à la radiation est descendu à —21°, dans des nuits sereines avec calme absolu de l'air.

M. Forel décrit la couche glacée qui se produit à la surface de la neige, et reste comme une dentelle de glace après la fusion de la neige sous-jacente attaquée par la chaleur solaire à travers la couche diathermane de la glace. Le phénomène qu'il a pu admirer dans la campagne de Morges après la grande chute de 50 centimètres de neige, du 26 février, s'observe jusqu'au sommet des Alpes. Le 19 février, une couche glacée faisait miroir sur le dôme du Goûter du Mont-

Blanc, 4300 m., et renvoyait jusqu'à Morges les rayons brillants du soleil.

M. Forel parle des radeaux de neige tenant sur l'eau du lac. Pendant les grandes averses de neige des 11 à 26 février, le phénomène a été vu à Genève, à Coppet, à Corsier (Petit-lac), dans le port fermé de Morges, dans le port ouvert de Rolle, à Clarens sur l'eau profonde (Grand lac). A Clarens, la température superficielle du lac, mesurée le lendemain par M. Bührer, était à 4,5°. La couche d'eau à zéro qui était nécessaire à la production du phénomène était donc superposée à une couche de 4,5°, la masse du lac étant à 4,5°. Il y avait donc la stratification thermique suivante :

surface 0°, 1°, 2°, 3°, 4°, 4,5° fond.

ce qui représente pour les couches à 4° et 4,5° un état d'équilibre instable. (Cf. F.-A. Forel. *Le Léman*, II, 397).

M. F.-A. Forel a étudié récemment les *terrasses lacustres quaternaires du Boiron de Morges*, entre autres la terrasse moyenne, dite de 10 mètres (10 m. au-dessus du niveau actuel du Léman). Il y a retrouvé la couche argilo-calcaire décrite par Morlot (*Bull. S. V. S. N.*, IV, 60) qui fait un contraste frappant par sa richesse en fossiles avec la stérilité des couches sableuses de la terrasse. M. A. Brot de Genève a eu l'obligeance de déterminer les coquilles de mollusques et a reconnu :

Limnea minuta, Drap.
L. peregra Müll.
L. palustris Drap.
Planorbis marginatus Drap.
Pl. contortus L.
Pl. spirorbis L.
Bythinia tentaculata L.
Valvata piscinalis Müll. (*V. alpestris* Blauner).
Pisidium...

C'est une faune palustre identique à la faune moderne analogue, développée dans des lagunes littorales à la surface du cône d'alluvion de l'ancien Boiron. Des Hélices (*Helix*

fulva Müll., *H. lucida* Drap., *H. pulchella* Müll., plus deux formes non déterminées) y étaient d'apport accidentel.

Cette origine palustre, conforme du reste à la nature de la vase argileuse de la couche, explique la richesse de la couche fossilifère de Morlot au milieu des sables absolument stériles des terrasses lacustres du Léman.

C'est quelque chose de semblable à ce que M. Schardt a découvert aux Tattes et à Colovray, du Boiron de Nyon (*Bull.*, XXV, 79).

Dans cette même terrasse du Boiron de Morges, l'exploitation d'une gravière a découvert, au milieu des sables et graviers roulés de petit volume apportés par un torrent de transport peu puissant, un bloc erratique en gneiss micacé alpin de plus d'un demi-mètre cube. De même un bloc erratique de près de 2 mètres cubes était visible au printemps de 1895 dans la terrasse de 10 m. du Boiron de Nyon, dans des conditions analogues de gisement.

Dans l'un et l'autre cas un transport fluviatile est inadmissible. Faut-il penser à un transport par des *Ice-bergs* du glacier du Rhône, dont la langue terminale aurait encore baigné dans le Haut-Lac Léman ?

M. Ch. Dufour, professeur à Morges rappelle les résultats auxquels il est arrivé par ses nombreuses observations sur la scintillation des étoiles. La principale de ses conclusions est celle-ci : *Dans nos contrées, du moins, une scintillation faible annonce, en général, l'approche du mauvais temps.*

Ces résultats communiqués aux ministres de la marine des principales nations ont été bien accueillis; et l'on a recommandé aux capitaines de vaisseaux d'y prêter attention, afin de voir s'il en était de même sur mer, et s'il était possible d'en tirer des conclusions pratiques pour la prévision du temps.

M. le ministre de la marine française a demandé à M. Dufour des instructions positives pour indiquer aux officiers comment ils devaient procéder, et sur quels points ils devaient spécialement porter leur attention.

M. Dufour communique à la Société un exemplaire de ces

instructions rédigées ensuite de cette demande et qui, du reste, ont été communiquées aussi aux ministres de la marine de la plupart des autres nations.

Séance du 15 mai.

Maurice Lugeon. Sur l'origine des Préalpes romandes. — H. Schardt. Remarques sur la communication de M. Lugeon. — H. Schardt. Dépôt morainique du vallon de la Marivue, au pied S.-E. du Moléson.

Maurice Lugeon. *Sur l'origine des Préalpes romandes.*

Depuis quelques années, pendant et à la suite de recherches actives exécutées soit en Suisse soit en France dans la *Zone du Chablais* ou *Préalpes romandes*, plusieurs hypothèses ont été émises pour expliquer la tectonique vraiment étrange de ces chaînes dont les terrains se différencient nettement de ceux qu'on rencontre dans les régions immédiatement voisines.

En 1891, M. Schardt, reprenant l'ancienne idée de Studer, expliquait la tectonique en supposant l'existence d'une ancienne chaîne cristalline de terrains anciens sur laquelle se seraient déversés les plis des Hautes Alpes calcaires, tandis que dans la région du Chablais, cette chaîne se serait maintenue en chevauchant elle-même sur la molasse.

En 1892, je démontrais, en Chablais, et par conséquent dans la zone des Préalpes, que c'était cette dernière qui recouvrait les plis des Hautes Alpes.

En 1893, à la suite de longues recherches, je montrais que le massif de la Brèche du Chablais et celui de la Hornfluh formaient des masses indépendantes déversées de toute part, d'où l'hypothèse de pli en champignon. J'abandonne actuellement cette manière de voir et je considère ces massifs comme des recouvrements.

En 1893 aussi, M. Schardt, reprenant une hypothèse émise en 1884 par M. Marcel Bertrand, et se basant en partie sur les recherches de M. Renevier et de moi, considérait toute la masse des Préalpes comme une nappe chevauchée venue du sud.

Je ne reprendrai pas tous les arguments de M. Schardt, renvoyant à sa notice.

M. Haug et M. Kilian ont combattu cette manière de voir par des considérations tirées de la répartition des faciès. M. Kilian remarque que le néocomien des chaînes préalpines proprement dites est semblable au néocomien des Voirons-Pléiades. Comme le repos par renversement simple des plis de ces dernières montagnes montre qu'ils ont racine en profondeur, il doit en être de même des plis des chaînes préalpines intérieures.

M. Haug fit remarquer que le néocomien à Céphalopodes des Préalpes était lié à celui des Hautes Alpes par l'existence de faciès intermédiaires (Mont-Salvens, Pont St-Clair, Justithal).

Quand on cherche vers le sud des terrains absolument semblables à ceux des Préalpes. on ne les *trouve jamais réunis* dans une seule coupe à la façon dont ils se présentent dans le Chablais. La plus grande partie de ces terrains n'existent plus au sud, il est vrai.

La largeur intermédiaire entre la zone du Dauphiné et la zone du Briançonnais n'est pas suffisante pour qu'on y recherche l'emplacement primitif de la nappe qui en pourrait être descendue. C'est donc plus au sud qu'il faut chercher. Or le trias des Préalpes, d'une part, le permien que nous avons découvert dans la région de la Brèche du Chablais d'autre part, sont inconnus sous le faciès qu'ils affectent en Chablais, dans les derniers plis de la zone du Briançonnais et dans la quatrième zone alpine. Pour l'un, c'est le faciès des marbres sériciteux et des schistes lustrés qui prédomine. Plus au sud encore, là où, vers la plaine du Pô, devrait exister la continuation de la bande calcaire des Alpes méridionales, le trias affecterait un caractère oriental d'un autre genre que celui des Préalpes. Pour le permien, bien que connu sous le faciès verrucano dans la zone du Briançonnais, il n'est signalé sous cette forme que dans la région de la Brèche dont la racine primitive devait être la plus méridionale. Or, ce permien est inconnu sous ce faciès dans les Alpes valaisannes, et son existence sous un faciès semblable

dans les Alpes calcaires méridionales ne peut guider, puisque le trias de ces dernières ne peut être celui d'où seraient venues les Préalpes.

Il est inutile de rechercher plus au sud.

Pour des raisons que je développerai plus tard, la Brèche du Chablais ne peut être recherchée au sud de la zone du Dauphiné.

Des arguments tirés du métamorphisme des roches parlent aussi en défaveur de la manière de voir de M. Schardt.

En plus j'ai découvert dans la montagne de Savonnaz sur Champéry des plis préalpins *déversés au sud*. Les charnières conservées ne peuvent permettre de mettre en doute le sens du plissement. Ces plis ne peuvent venir du sud.

Tous ces faits s'élevant contre l'hypothèse du charriage général qui, il est vrai, explique bien des faits de la géologie du Chablais, je me permets d'émettre une nouvelle idée à titre de *pure hypothèse*, sachant la prudence qu'on doit avoir dans de tels domaines. Ce n'est que ma manière actuelle d'interpréter le phénomène. Je serai très succinct.

La répartition des faciès du dogger, pour des raisons trop longues à donner ici, était la suivante primitivement, dans les Préalpes, du nord au sud :

Dogger à zoophycos, dogger à mytilus, couches terrestres, Brèche du Chablais (*pro parte*), Dogger à zoophycos.

A l'époque du plissement général la partie du dogger bréchiforme, avec tous les terrains qui l'accompagnent, chevaucha au nord et constitua deux grands lambeaux de recouvrement (massif de la Brèche du Chablais et de la Hornflüh). Deuxièmement, en concomitance, les Préalpes proprement dites se disposèrent en éventail, plissant la masse de la Brèche alors devenue passive et la zone des Cols (dogger à zoophycos interne), chevaucha sur les Hautes Alpes calcaires.

Les Préalpes auraient donc ainsi la forme d'un éventail composé de plusieurs parties totalement indépendantes, voilant complètement, par leur imbrication, la racine des massifs des Brèches, racines qu'on doit rechercher immédiatement en profondeur.

Les massifs des Almes et de Sulens peuvent être expliqués d'une semblable façon. Les plis préalpins, déversés vers le sud, dont la continuation passerait sous la molasse de la Suisse allemande auraient, comme M. Quereau l'a brillamment défendu, laissé leurs traces dans les masses de recouvrement qui s'échelonnent des Mythen au Giswylerstock.

M. Schardt. *Remarques sur la communication de M. Lugeon.*

La théorie exposée par M. Lugeon n'est pas nouvelle; elle se base sur l'hypothèse de Studer qui admettait, entre le bassin tertiaire suisse et les Alpes calcaires, l'existence d'une chaîne ancienne, disparue maintenant et qui aurait alimenté de ses débris les brèches du flysch et les poudingues miocènes. (Studer, *Geologie der Schweiz*, 1853, II, 387, etc). La démonstration de M. Lugeon précise cette hypothèse à l'aide de documents nouveaux et bien constatés, ainsi que je l'avais déjà fait moi-même dans un travail de concours publié en résumé en 1891.

C'est aussi l'hypothèse de Studer qui a conduit M. Gumbel à voir dans les klippes de roches cristallines des Alpes bavaroises, les restes d'une ancienne chaîne qu'il appelle « chaîne vindélicienne. »

Si j'avais maintenu ma première manière de voir, je me trouverais aujourd'hui en parfaite concordance de vues avec M. Lugeon. Mais l'hypothèse d'un horst, sur le bord extérieur des Alpes, avec chevauchements vers le sud, ainsi que l'admet M. Quereau, est à tel point en opposition avec les mouvements tectoniques qui ont créé la chaîne des Alpes, que j'ai été conduit à abandonner cette hypothèse, bien qu'il m'en ait coûté, pour adopter celle que M. Lugeon combat aujourd'hui.

Cette hypothèse du glissement vers le nord de toute une nappe de terrains sédimentaires, détachée dans une région centrale des Alpes, explique les innombrables objections qui s'opposent à l'idée d'un horst.

Je ne puis faire rentrer dans l'espace accordé à un compte rendu toutes les objections que me suggèrent les attaques de M. Lugeon. Voici cependant les principaux points que je puis relever :

1. L'absence des divers terrains et faciès de la zone du Chablais dans une région au sud n'est pas un argument contre cette hypothèse. La nappe des Préalpes s'étant détachée du sud, — elle ne peut certes plus s'y retrouver, et les restes de cette nappe peuvent avoir disparu par l'érosion; de plus, les parties subsistantes ne doivent pas avoir nécessairement le même faciès. Or, il existe dans les zones centrales des Alpes des terrains absolument *analogues* à tous ceux que l'on trouve dans les Préalpes du Chablais, tandis qu'on n'en connaît *aucune trace* au N des Alpes (trias, rhétien, lias, dogger, brèche liasique, couches à Mytilus, etc., puis toutes les roches cristallines).

2. Sur tout le pourtour de la zone du Chablais et du Stockhorn, on ne voit, sur *aucun point*, continuité directe entre les terrains à faciès chablaisien et ceux à faciès helvétique; il y a toujours contact anormal par dislocation. On ne voit aucune trace de transgression ou de discordance, pouvant expliquer le contraste des faciès. J'ai en outre maintenant des motifs pour comprendre aussi dans la nappe du recouvrement les terrains secondaires de la zone des Voirons-Pléiades.

3. On ne peut préciser la largeur primitive de la zone intermédiaire entre la zone du Briançon et celle du Dauphiné (Hautes Alpes calcaires); mais elle a dû être très considérable, avant l'étranglement énorme que cette région centrale des Alpes a dû subir. C'est cette compression des terrains restés en place, qui explique leur état métamorphique très avancé, contrastant avec l'état peu métamorphique des terrains de même âge dans la zone du Chablais.

4. La structure en éventail imbriqué qu'affectent les plis des Préalpes est une conséquence du plissement *subséquent* qui s'est produit *après* le recouvrement. Poussée d'une part par les plis des Hautes Alpes et appuyée contre la masse des sédiments miocènes plissés, la nappe des Préalpes s'est imbriquée en subissant des chevauchements intérieurs, dirigés nécessairement dans les deux sens (action et réaction); mais c'est le mouvement sud-nord qui prédomine presque partout. Les mouvements plus que compliqués que M. Lugeon fait

intervenir pour expliquer la brèche du Chablais comme recouvrement, sont en opposition avec la régularité avec laquelle les accidents tectoniques se succèdent dans la zone du Chablais.

L'action qui a disloqué cette région n'a pas dû être la tension superficielle seule. Les terrains y sont parfois si peu brisés, les plis les plus réguliers existent à côté des chevauchements les plus énergiques, qu'on est conduit à penser que c'est une nappe unique, venue du sud, d'une région centrale des Alpes et qui aurait glissé sur un plan incliné, poussée par les terrains et les plis s'entassant plus à l'intérieur et obéissant surtout à son propre poids, presque comme une nappe de neige qui descend sur une prairie en pente. La partie de cette nappe de recouvrement, comprise entre l'Arve et l'Aare a conservé sa continuité, parce qu'elle a glissé plus en avant, dans une partie plus basse; l'érosion ne l'a pas démantelée comme ses prolongements au S–W et au N-E qui sont réduits à l'état de lambeaux (klippes de Schwytz et d'Unterwald; Almes et Sulens). En outre, les plis dans la zone des Hautes Alpes ont dû se produire sous une pression verticale énorme; lorsque la nappe des Préalpes existait encore au-dessus.

5. Cette région des Préalpes n'a pas racine en profondeur; elle repose partout sur des terrains plus récents. Cette affirmation s'appuie sur ce que j'appellerai la « Loi des Préalpes » : *Partout où dans les Préalpes du Chablais et du Stockhorn, on trouve le substratum du trias, du permien ou du carbonifère, il est formé par un terrain plus récent (tertiaire).*

On ne connaît aucun point permettant d'affirmer positivement leur contact avec un socle ancien. Les roches cristallines qui s'y rencontrent, sont en connexion intime avec le flysch; ce sont manifestement des blocs et des lambeaux sans racine en profondeur.

Cette loi est sans exception, à tel point que l'on pourrait se laisser entraîner à affirmer qu'un puits foré au milieu du Chablais ou du Simmenthal, traverserait d'abord la nappe de la brèche jurassique, puis du flysch et ensuite la nappe des Préalpes recouvrant du miocène et du flysch et enfin, au-dessous, les terrains en place à faciès helvétique.

Je sais que cette hypothèse est de celles qui ne peuvent être adoptées sans examen minutieux et sans mûre réflexion. Le mouvement tectonique snpposé est si nouveau, si grandiose et pourtant si simple, que l'hésitation s'impose; on lui opposera donc encore nombre d'objections.

M. Schardt parle en outre d'un *dépôt morainique situé dans le vallon de la Marivue, au pied S-E du Moléson.* Le fond assez plat de ce vallon est formé d'une très forte épaisseur de moraine profonde argileuse, avec galets striés, que le torrent de la Marivue entame actuellement. Autour de ce plafond morainique, il y a des talus de moraines latérales riches en galets.

On est tenté, au premier abord, d'attribuer ce dépôt à un glacier local, ayant eu ses névés sur les flancs du Moléson et de l'arête de la Dent de Lys. Mais un examen plus détaillé des matériaux qui le composent, montre que ce n'est pas le cas. Il y a dans ces moraines des roches tout à fait étrangères au Moléson et à la chaîne de la Dent de Lys, en particulier des roches du Pays d'Enhaut (couches rouges, brèche de la Hornfluh) et de la vallée de l'Etivaz (grès et brèches du flysch) qui ne peuvent provenir que du glacier de la Sarine.

Comme le vallon de la Marivue est très encaissé et n'a aucune communication avec la vallée de la Sarine que la gorge étroite par laquelle la Marivue s'écoule vers la Sarine, on ne peut attribuer ces dépôts morainiques qu'à un embranchement du glacier de la Sarine ayant franchi cette gorge en sens inverse au torrent, pour terminer son cours dans la partie élevée du vallon, au pied du Moléson. C'était donc un glacier en cul-de-sac! Il faut admettre qu'en ce moment, la croupe du Moléson, déjà très étroite, ne fournissait aucun névé important, et que le glacier de la Sarine par contre occupait un niveau plus élevé que le fond du vallon supérieur de la Marivue, de manière à pouvoir envoyer vers celui-ci un embranchement latéral. Sinon les glaces descendant de la hauteur du Moléson auraient dû suivre la pente naturelle pour se réunir au glacier de la Sarine.

Séance du 5 juin.

Ch. Dufour. Opacité du charbon. — Henri Dufour. Effets mécaniques produits par la décharge de batteries de bouteilles de Leyde passant au travers de corps médiocres conducteurs. — Amstein. Notice sur le logarithme intégral.

M. le prof. Ch. DUFOUR parle des recherches qu'il a continué à faire avec M. le prof. BRUNNER sur l'*opacité du charbon*. Ces messieurs ont trouvé qu'en regardant à travers une plaque de verre recouverte d'une couche de noir de fumée de $^1/_{692}$ de millimètre, il était impossible de distinguer le soleil. Ainsi, quand il y aurait dans l'atmosphère une couche de charbon de cette épaisseur, nous serions dans les ténèbres les plus complètes; et pour que cet effet se produise sur le globe entier, il suffirait de réduire en fumée, et de répandre sur toute la surface de la terre, un prisme de charbon qui aurait une base carrée de 1 kilomètre de côté et 737 mètres de hauteur. Ce ne serait pas les $^3/_4$ d'un kilomètre cube.

Le 5 avril 1815, un navire voguait près de l'île de Célèbes, lorsque le volcan de l'île de Sumbava fit une violente éruption. Dans l'après-midi, sur le pont du bâtiment, l'obscurité était telle que l'on ne pouvait pas distinguer sa main quand on la mettait devant ses yeux. Or, pour cela, il suffisait qu'il y ait dans l'atmosphère une couche de fumée représentant une épaisseur de $^1/_{692}$ de millimètre de charbon.

Dans certaines villes de l'Angleterre, on a souvent une grande obscurité; cela peut être produit par la présence dans l'air d'une faible quantité de charbon dégagée par la fumée.

M. Henri DUFOUR montre les *effets mécaniques produits par la décharge de batteries de bouteilles de Leyde passant au travers de corps médiocres conducteurs*. Les décharges d'une batterie de 10 à 19 bouteilles ont-elle lieu au travers de cahiers de papier ordinaire de 20 feuilles, on constate, lorsque les feuilles se touchent, que le déchirement de chaque feuille augmente depuis la profondeur à mesure qu'on avance vers la surface; les déchirures sont tournées sur les

deux faces du cahier vers l'extérieur, comme c'est le cas avec une carte, mais on reconnaît qu'il y a une feuille, que l'auteur appelle feuille neutre, qui ne présente qu'un petit trou sans bavures; la position de la feuille neutre dépend de la distance relative des boules de l'excitateur.

Dans d'autres expériences, la décharge a traversé des cartes minces séparées par des couches d'air égales; dans ces conditions, en perçant 11 cartes séparées l'une de l'autre par 2 mm. d'air, on trouve que le trou augmente de dimensions à mesure qu'on avance vers le milieu du paquet. Les expériences ont été variées en intercalant des surfaces métalliques entre les cartes; les résultats seront publiés dans le *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*

M. Amstein dépose une *notice sur le logarithme intégral*, dans laquelle il définit cette fonction pour le plan entier, afin d'en étudier les propriétés dans le voisinage de ses points singuliers. (Voir aux *Mémoires*).

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 18 avril 1895.

L. de la Rive. Détermination des diamètres conjugués de l'ellipsoïde. — C. de Candolle. Vie latente des graines. — A. Rilliet. Mémoires de la Société. — C. Sarasin. Le canion du Rhône d'après le général Bourdon.

M. L. de la Rive fait une communication sur la *détermination des diamètres conjugués de l'ellipsoïde* par la méthode employée pour l'ellipse considérée comme la projection d'un cercle. Trois points dont les coordonnées sont égales aux trois demi-axes multipliés respectivement par les cosinus directeurs de trois directions orthogonales déterminent trois diamètres conjugués. On montre que l'ellipsoïde rapporté à ce système d'axes obliques l'est en effet à trois diamètres conjugés, et leurs propriétés connues résultent de celles de deux déterminants. On est conduit, par analogie avec l'ellipse, à considérer les trois directions orthogonales comme étant trois diamètres orthogonaux d'une sphère dont l'ellipsoïde serait la projection.

M. C. de Candolle fait une communication sur la vie latente des graines [1].

M. A. Rilliet présente le tome XXXII, 2e partie, des Mémoires de la Société qui vient de paraître.

M. C. Sarasin rend compte d'un récent mémoire du général Bourdon sur *le canion du Rhône* [2].

[1] Voir *Archives*, juin 1895, t. XXXIII, p. 497.
[2] Voir *Archives*, 1895, t. XXXIII, p. 472.

Séance du 2 mai.

Dr D'Espine. Streptocoque retiré du sang et de la gorge dans un cas de scarlatine. — Briquet. Contribution à l'histoire des Labiées.

Le Dr D'Espine présente une note sur un *Streptocoque retiré du sang et de la gorge* dans un cas de scarlatine typique. Les caractères particuliers qu'il présente, sont les mêmes que ceux décrits par MM. D'Espine et de Marignac en 1892 pour un Streptocoque retiré du sang d'un scarlatineux. (Arch. de méd. Expérim. 1er juillet 1892.) Le fait que ce streptocoque a été trouvé dans le sang à une époque rapprochée du début de l'éruption et dans une scarlatine exempte de toute complication, est une présomption en faveur de l'idée que ce microbe est la cause même de la maladie.

M. Briquet présente à la Société une *contribution à l'histoire biologique des Labiées*. Tandis que la grande majorité des plantes de cette famille ont leurs fleurs organisées de façon à disposer leur pollen sur le dos des insectes qui les butinent, il en existe un certain nombre moins connues chez lesquelles ce sont l'abdomen et les pattes des insectes qui jouent le rôle d'organes vecteurs. Ces plantes ont été signalées en 1867 par Delpino qui les a appelées des Labiées du type *papilionacé*.. M. Briquet a donné une étude générale des fleurs du type papilionacé, chez lesquelles il a trouvé la plupart des adaptations reconnues pour les autres Labiées. D'une manière générale, il a constaté que l'organisation en question était réalisée de quatre manières différentes :

1° La partie antérieure du limbe de la corolle est favorisée; les lèvres appartiennent en général au type $^4/_1$. Les étamines et le style sont déclinées sur le labiole. Le nectaire est parfois transporté à la partie supérieure du disque. C'est dans cette catégorie que rentrent toutes les Ocimoidées, dont M. Briquet décrit quelques organisations très remarquables (Coleus, Plectranthus etc.).

2° La fleur est résupinée par la torsion du tube corollaire

Le labre de la corolle fonctionne comme labiole; les organes sexuels en réalité ascendants paraissent déclinés, le nectaire est placé à la partie supérieure (en apparence) du disque, (Satureia § Cyclotrichium, Ajuga orientalis, Tencrium spinosum, T. resupinatum).

3° La fleur est encore résupinée mais grâce à une torsion du pédicelle, de sorte que le calice a une position lobéliacée; à part cela tout est comme dans le type précédent (Lophanthus chinensis).

4° Les fleurs sont disposées sur des axes pendants, de sorte que la position de tous les organes est renversée par rapport à l'horizon (Salvia nutans).

De ces quatre modes d'organisation c'est le premier qui est le plus répandu et de beaucoup la plus riche en particularités intéressantes.

Séance du 6 juin.

Schiff. Fonctions de la rate. — L. de la Rive. Emploi d'une 4me dimension en géométrie analytique. — L. Perrot et Dussaud. Réfraction du son. — A. Brun. Mélanite de Zermatt. — Chodat. Recherches sur les Richneriella.

M. le prof. Schiff fait une communication sur *les fonctions de la rate.*

Chez les animaux vertébrés il y a trois sécrétions qui servent à la digestion des corps albuminoïdes.

Les sécrétions de l'estomac, du pancréas, et de la muqueuse intestinale.

Parmi ces trois sécrétions celle du pancréas est la plus importante. Le pancréas renferme dans sa sécrétion au moins trois espèces de ferments digestifs.

Le ferment qui digère les corps albuminoïdes a été appelé la *pancréatine.*

Sa propriété digestive a été reconnue et démontrée par Corvisart.

Le pancréas ne sécrète pas son suc d'une manière continue, mais il le donne, dans l'état normal, seulement à une époque déterminée de la digestion d'un repas composé d'ali-

ments, qui, en partie, sont solubles dans l'eau, et en partie deviennent solubles par l'action de l'estomac,

L'absorption de ces substances solubles, leur entrée dans le sang, forment *une* des conditions de la production de la pancréatine.

Cette absorption commence presque immédiatement après le repas. Mais le suc pancréatique ne se produit en quantité notable que de la quatrième à la septième heure de la digestion.

Il s'agit donc de trouver les autres conditions et les autres organes dont l'activité réunie concourt à la formation du suc pancréatique actif.

Cette formation du suc ne se fait pas d'emblée dans la glande. Elle se compose de deux actes. D'abord il se dépose dans l'intérieur de la glande une substance granuleuse insoluble. Cette substance qui a été découverte par *Heidenhain*, est la propancréatine. Elle se dépose dans l'animal bien portant d'une manière continue, aussi bien pendant qu'après la digestion, avant et pendant la sécrétion.

Ensuite vient, et seulement pendant la digestion, la transformation de la pancréatine. Elle devient d'abord soluble et ensuite elle acquiert les propriétés digestives. Cet acte coïncide avec la sécrétion. C'est ainsi dans le corps vivant, mais hors des corps toute condition qui favorise une oxydation énergique, la putréfaction, la présence d'un acide, peut produire la liquéfaction de la propancréatine et faire naître de la pancréatine.

L'objet de nos recherches était donc la détermination et la délimitation des conditions qui concourent à la transformation de la propancréatine dans le corps vivant.

Nous avons trouvé qu'une de ces conditions est la présence et l'activité de la rate.

Je ne parlerai pas ici du gonflement de la rate, de la dilatation de ses vaisseaux qui a lieu pendant la digestion. C'est de la quatrième à la neuvième heure de la digestion que la rate se gonfle et que sa circulation se ranime. C'est exactement à la même période de la quatrième heure jusqu'à la huitième heure de la digestion que le pancréas produit un suc actif.

Il y a longtemps que j'ai exposé mes expériences sur des animaux, dont la rate a été détruite depuis plusieurs semaines, des mois, des années. Le pancréas avait perdu son influence *immédiate* sur les corps albuminoïdes.

Mais la propancréatine y était conservée. Des infusions de pancréas pouvaient acquérir par la putréfaction, par la décomposition dans l'eau tiède, l'influence digestive dont la glande était privée pendant la vie.

Dans quelques cas de maladie ou d'atrophie de la rate les animaux d'ailleurs très vigoureux, qui étaient nés dans les meilleures conditions pour la digestion des aliments, étaient privés de la digestion pancréatique des substances albuminoïdes.

M. Herzen a fait l'infusion d'un pancréas peu ou point actif. Cette infusion est faite avec 4 ou 5 % d'acide borique. Cet acide ne produit point de pancréatine, mais empêche ou ralentit la putréfaction. Cette infusion est divisée en deux portions. A la première on ajoute une certaine quantité d'une infusion borique d'une rate active, prise d'un autre chien qui se trouvait à la cinquième heure de la digestion. La seconde partie de l'infusion reçoit autant de solution borique qu'on avait ajouté de liquide à la première. Aux deux infusions qu'on met à l'étuve on ajoute la même quantité d'albumine en morceaux d'égales dimensions.

Après un séjour convenable à l'étuve, le pancréas avec l'infusion de rate a bien dissout et digéré l'albumine. L'autre infusion dissout très peu ou à peine.

Ces expériences ont été très souvent répétées avec beaucoup d'expériences de contrôle et il en est résulté que le sang veineux d'une rate active transforme la propancréatine en pancréatine mais que le sang veineux d'une rate non active ne le fait pas.

Puisque toutes ces expériences rencontrent encore des objections et des doutes, j'ai fait dans ces derniers temps trois séries d'expériences qui permettent l'observation répétée pendant la vie du même animal.

1. Sur de gros chiens non opérés on a fait une fistule intestinale munie d'une canule. Elle se trouvait tout près de

l'embouchure du canal pancréatique. On y a introduit des cylindres d'albumine cuite, coupés toujours dans les mêmes dimensions. On les donnait à la même époque de la digestion d'un repas qui était toujours à peu près de la même composition et donné tous les jours à la même heure.

En retirant l'albumine à différents intervalles on a trouvé pour chaque chien le temps nécessaire pour que l'albumine restant dans l'intestin présentât une première trace, non douteuse, de digestion. Le volume de l'albumine était mesuré avant l'introduction dans l'intestin et après l'extraction.

Le temps de digestion variait pour les différents chiens de 2 heures à 4 heures $^1/_2$.

Après avoir fait une longue série de ces mensurations on a extirpé la rate, et lorsque le traumatisme était passé on a répété les mêmes expériences. L'albumine après le temps déterminé ne montrait plus trace de perte de substance.

2. La seconde série d'expériences montre que le contenu de l'intestin pris d'une ouverture située plus bas ne montrait au microscope que de très faibles débris de viande. La même nourriture après une durée égale de la digestion, montre encore beaucoup de débris de viande en gros morceaux lorsqu'on avait fait à ces animaux l'extirpation de la rate.

3. Enfin la dernière série consistait dans l'application à la rate de la méthode qui m'avait servi dans mes études sur le rôle des corps thyroïdes.

La transplantation de la rate ne pouvait pas se faire mais il s'agissait de faire absorber par des chiens dératés avec fistule intestinale le sang veineux d'une rate active alternativement avec le sang d'une rate non active ou avec un liquide indifférent.

Le résultat de ces expériences a été des plus intéressants.

L'injection a été faite dans l'intestin, généralement une demi heure avant l'introduction de l'albumine. Le résultat peut être résumé en peu de mots. L'injection du sang veineux d'une rate active faisait toujours retourner pour une journée la digestion du chien à l'état où elle s'était montrée avant l'extirpation de la rate[1].

[1] Chez un chien chez lequel tous les actes digestifs étaient très

Le sang veineux de la rate contient donc, comme il a été déjà vu dans les expériences de M. Herzen, la substance qui transforme la propancréatine en pancréatine. Il faut ajouter que la substance d'une rate active, privée de son sang, lorsqu'elle avait été coupée, triturée et injectée dans le chien dératé, ne changeait en rien l'état de sa digestion.

M. L. DE LA RIVE fait une communication *sur l'emploi d'une quatrième dimension en géométrie analytique.* Il a été conduit, par la question des diamètres conjugués de l'ellipsoïde, à résumer les propriétés les plus élémentaires de l'espace à quatre dimensions en employant les coordonnées cartésiennes et ces résultats analytiques permettent de passer de certaines relations géométriques de l'espace réel à celles de l'espace ayant une dimension de plus. Dans cette étude, l'auteur n'a pas pu prendre connaissance encore des précédents bibliographiques et a seulement cherché à donner une indication simple et générale des propositions élémentaires du sujet. Sur le point spécial déjà mentionné, il montre qu'une sphère de rayon R dans un espace $u = o$, les quatre axes orthogonaux étant désignés par $x, y, r, u,$ projetée sur un espace $u' = o$ donne un ellipsoïde de révolution dont l'axe est R cos φ, en appelant φ l'angle de u' et de u. Cet ellipsoïde projeté sur l'espace $u'' = o$ donne un ellipsoïde à trois axes inégaux.

Trois diamètres orthogonaux de la sphère deviennent trois diamètres conjugés.

Les propriétés du déterminant projectif, d'où l'on peut déduire les expressions des cosinus directeurs de la normale à deux vecteurs dans l'espace réel, à trois vecteurs dans l'espace à 4 dimensions et en général à $n - 1$ vecteur dans l'espace à n dimensions ont fait l'objet d'une note de l'auteur insérée dans les C. R. de l'Acad. des Sc. de Paris [1].

ralentis (et qui l'étaient déjà avant l'extirpation de sa rate) l'injection du sang d'une rate active ne se montrait efficace que le lendemain et le surlendemain de l'injection.

[1] *Comptes rendus de l'Ac. des Sc. de Paris*, 6 mai 1895.

MM. F. Louis Perrot et Dussaud professeur à l'Ecole de mécanique de Genève ont fait des expériences sur la *réfraction du son*[1]. M. Perrot en fait part à la Société, après un exposé des anciennes expériences faites sur le sujet par divers auteurs.

M. A. Brun communique le résultat de l'examen optique de nombreux cristaux et masses de *mélanite de Zermatt*. Minéral déjà étudié par divers auteurs et notamment par MM. Damour et Marignac.

Ce grenat se trouve en très petits cristaux, ou en masses mamelonnées plus ou moins grosses d'une couleur verte ou jaune de miel, et engagées dans l'asbeste. Les masses sont lisses ou rendues rugueuses par une multitude de facettes microscopiques du dodécaèdre rhomboïdal diversement orientées.

Les cristaux les plus petits sont les plus purs ; ils appartiennent au type topazolite de 48 pyramides, à phénomènes optiques d'une grande netteté Les masses, comme les cristaux les moins purs, sont fibrillaires à fibres rayonnant à partir d'un centre et optiquement orientées chacune pour leur compte à allongement positif. Il en résulte l'apparence du sphérolite à croix noire.

Dans les petits cristaux, la croix noire est bien nette lorsque les sections principales du nicol coïncident avec les diagonales de la face rhombe

Les fibres sont souvent terminées par de microscopiques facettes du dodécaèdre rhomboïdal, chaque fibre forme alors un cristal isolé, très allongé, conique, dont l'orientation optique diffère de celle voisine.

L'extinction des fibres est en général oblique sur leur longueur. Les fibres sont du reste souvent courbes dans les variétés les plus transparentes.

Le centre du sphérolite peut être, ou bien un grain de magnétite, en ce cas la mélanite est jaune-miel, et un peu

[1] Voir *Archives*, t. XXXIV, p. 57.

plus biréfringente ou un fragment d'asbeste, alors le cristal est vert pâle.

Il y a *tous* les termes de passage entre le cristal pur et la masse fibrillaire sphérique, Quelques cristaux très bien formés montrent encore des fibrilles très ténues.

Si les cristaux de mélanite ont une assez forte grosseur 1 cm. : les phénomènes optiques deviennent peu nets, difficiles à interpréter. Il y a alors de nombreuses plages à macles multiples rappelant l'apparence du microcline.

M. Chodat communique à la Société ses recherches sur les *Richneriella* Schmidle. Contrairement à ce qui est indiqué par M. Schmidle[1] la membrane propre n'est pas gélifiée mais persiste pendant toute la division et est rejetée au moment de l'expulsion des individus femelles. La division ne se fait pas longitudinalement comme l'indique ce même auteur mais le contenu de la cellule se divise en quatre portions superposées comme elle a lieu chez Raphidium et Selenastrum. Chaque portion de protaplasma tendant à prendre la forme primitive et à grossir la division du contenu devient de plus en plus oblique. Finalement par gélification de la couche interne de la membrane de la cellule et des cloisons *imparfaites* les cellules femelles sont mises en liberté par une fente longitudinale occupant la partie convexe de la cellule semilunaire. Enfin le chromosophone pariétal possède un gros pyrénoide souvent difficile à voir qui n'a pas été observé par les auteurs.

Dans une colonie de 4 ou 16 cellules on voit toujours au pourtour les squelettes vides des cellules mêmes. Leur transparence a sans doute été la cause qu'elles ont passé inaperçues. Les conclusions que Schmidle a formulées sont donc erronées et c'est dans le voisinage immédiat des Raphidium et Selenastrum qu'il convient de placer cette algue qui est une véritable Protoccocoidée-Protococcocée elnd.

[1] Schmidle. Beiträge zur Alpenflora des Schwarzwaldes p. 15 in *Bericht. der naturforsch. Gesellsch. zu Freiburg in B.* 1893.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

JUIN 1895

Le 1er, très forte averse pendant deux minutes à 2 h. 24 m. du soir.
4, assez forte bise à 1 h. du soir; éclairs à l'W., puis au NE. depuis 9 h. du soir.
5, rosée le matin; orage au SW. à 2 h. 13 m. du soir.
7, rosée le matin; éclairs au N. depuis 10 h. du soir.
8, assez forte bise de 10 h. du matin à 4 h. du soir; éclairs à l'W. à 8 h. 25 m. du soir.
9, fort vent à 4 h. du soir, tonnerres à l'W. à 5 h. du soir: l'orage suit la chaîne du Jura.
11, tonnerres à l'W à 1 h. 45 m du soir.
12, assez fort vent du NNW. à 4 h. du soir.
13, assez forte bise à 7 h du soir.
15, tonnerre au zénith à 10 h. 30 m. du matin.
17, faible rosée le matin.
18, éclairs au NNE. à 10 h. du soir.
19, orage au SW. à 5 h. 55 m du matin; fort vent de 7 h. à 9 h. du soir.
21, brouillard enveloppant vers 6 h. du matin; assez forte bise de 10 h. du matin à 4 h. du soir.
22, éclairs au S. depuis 10 h. du soir.
24, assez forte bise à 7 h. du soir.
25, assez forte bise depuis 10 h. du matin.
28, assez fort vent à 1 h, du soir.
30, il ne reste plus que deux très petites taches de neige sur le crêt du Creux-de-la-Neige.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 5 à minuit	728,69	Le 1er à 4 h. soir	723,94
9 à 8 h. matin	726,09	8 à 4 h. matin	722,98
13 à 11 h. soir	730,64	11 à 2 h. soir	722,64
15 à 9 h. matin	729,10	14 à 5 h. soir	728.04
23 à 7 h. matin	735,06	19 à 4 h. soir	719.52
		30 à 6 h. soir	722,63

Résultats des observations pluviométriques faites dans le canton de Genève

Observ. MM	SECHERON Ph. Plantamour	CÉLIGNY Ch. Pesson	COLOGNY R. Gautier	JUSSY M. Micheli	OBSERVAT	COMPESIERES Ch. Reymond	ATHENAZ J.-J. Decor	SATIGNY J. Vernay
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Total...	58.0	36.8	48.1	59.5	54.5	63.5	48.0	59.8

Jours du mois.	Baromètre: Hauteur moy. des 24 h	Baromètre: Ecart avec la hauteur normale	Baromètre: Minim. observé au barogr.	Baromètre: Maxim. observé au barogr.	Température C.: Moyenne des 24 heures	Température C.: Ecart avec la temp. normale	Température C.: Minim.	Température C.: Maxim.	Fract. de saturation en millièmes: Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes: Ecart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes: Minim.	Fract. de saturation en millièmes: Maxim.	Pluie ou neige: Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige: Nombre d'h.	Vent dominant.	Chemin parcouru par le vent. Kil. par heure.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône: Midi.	Temp. du Rhône: Ecart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.					+ °	°	cm
1	725,78	— 0,51	723,94	727,42	+16,36	+ 1,02	+13,2	+22,0	761	+ 57	460	940	12,2	6	var.	5,8	0,75	13,2	— 0,5	121,4
2	726,92	+ 0,59	726,82	727,26	+13,30	— 2,16	+11,9	+17,0	854	+150	760	930	6,6	6	NNE. 1	3,3	1,00	....	.....	126,0
3	727,04	+ 0,66	726,53	727,76	+14,04	— 1,54	+11,5	+19,0	837	+133	540	980	2,6	3	N. 1	5,0	1,00	13,1	— 0,8	129,5
4	727,80	+ 1,38	727,16	728,51	+16,50	+ 0,80	+12,9	+21,0	804	+100	590	930	0,2	...	calme	4,2	0,78	13,0	— 1,1	129,0
5	726,99	+ 0,53	725,19	728,69	+16,94	+ 1,12	+11,9	+21,5	778	+ 74	630	920	0,0	...	var.	4,0	0,85	14,7	+ 0,5	129,8
6	725,27	— 1,23	724,62	726,59	+14,64	— 1,30	+12,8	+18,5	832	+128	690	950	10,9	7	calme	3,0	0,85	14,5	+ 0,2	130,5
7	725,44	— 1,10	724,15	726,56	+14,09	— 1,97	+10,5	+20,5	850	+146	680	960	2,6	4	var	3,7	0,88	13,9	— 0,5	131,0
8	723,87	— 2,71	722,98	725,32	+15,79	— 0,38	+12,3	+20,1	789	+ 85	630	950	...	...	NNE. 1	6,7	0,60	14,5	0,0	131,5
9	724,92	— 1,70	723,39	726,09	+16,95	+ 0,67	+11,8	+24,0	743	+ 39	490	900	0,9	2	var.	4,6	0,83	....	.....	131,0
10	724,15	— 2,51	723,49	724,86	+16,56	+ 0,17	+13,0	+21,1	764	+ 61	560	920	0,0	...	var.	3,5	0,98	15,6	+ 0,8	132,3
11	723,71	— 2,99	722,64	724,69	+17,63	+ 1,13	+12,1	+24,7	714	+ 11	480	920	0,9	1	var.	3,7	0,68	16,1	+ 1,2	132,2
12	726,51	— 0,23	724,60	728,62	+15,95	— 0,66	+13,6	+19,8	633	— 70	430	930	...	...	NNW. 1	6,0	0,62	15,8	+ 0,8	131,0
13	729,44	+ 2,66	728,53	730,64	+14,45	— 2,26	+ 8,6	+18,2	572	—130	410	810	...	...	NNE. 1	8,3	0,48	16,0	+ 0,9	131,0
14	729,56	+ 2,75	728,04	730,60	+14,55	— 2,27	+ 8,2	+19,7	598	—104	440	740	...	...	NNE. 1	5,4	0,63	15,9	+ 0,7	130,9
15	728,58	+ 1,73	728,12	729,10	+13,92	— 3,00	+ 9,2	+17,2	630	— 71	560	800	9,8	2	var.	7,5	0,70	15,8	+ 0,5	130,0
16	727,33	+ 0,44	726,00	728,56	+12,74	— 4,28	+ 5,7	+18,1	611	— 89	380	790	...	...	N. 1	4,6	0,05	....	.....	128,0
17	726,13	— 0,79	724,56	727,50	+15,57	— 1,54	+ 7,1	+24,7	660	— 40	380	830	...	...	var.	5,0	0,68	16,2	+ 0,7	129,2
18	723,49	— 3,47	721,95	725,46	+19,73	+ 2,52	+14,9	+26,0	640	— 59	460	730	...	...	SSW. 1	5,4	0,77	16,8	+ 1,2	129,0
19	721,39	— 5,60	719,52	723,40	+19,18	+ 1,88	+13,8	+26,7	711	+ 12	500	940	1,7	1	SSW. 1	7,3	0,70	17,1	+ 1,4	128,0
20	727,74	+ 0,71	724,54	732,10	+16,03	— 1,36	+12,5	+20,4	795	+ 97	630	980	6,0	4	var.	4,4	0,95	17,0	+ 1,2	129,0
21	733,37	+ 6,31	732,56	734,34	+16,82	— 0,66	+12,1	+21,9	720	+ 23	380	980	...	...	NNE. 2	9,6	0,42	15,9	0,0	132,0
22	734,25	+ 7,16	733,25	734,84	+17,31	— 0,26	+10,9	+23,2	649	— 47	490	830	...	...	NNE. 1	9,8	0,00	16,1	+ 0,1	135,0
23	734,37	+ 7,25	733,43	735,06	+19,08	+ 1,43	+13,4	+23,9	655	— 41	540	770	...	...	NNE. 1	8,1	0,07	....	.....	135,5
24	733,20	+ 6,04	731,44	734,29	+20,25	+ 2,52	+14,3	+25,7	640	— 55	490	750	...	...	NNE. 1	8,1	0,40	17,6	+ 1,3	137,3
25	731,28	+ 4,09	730,01	732,30	+19,02	+ 1,21	+14,4	+24,0	459	—235	190	800	...	...	NNE. 2	15,2	0,00	17,5	+ 1,1	137,0
26	729,14	+ 1,92	727,27	730,77	+17,02	— 0,86	+10,3	+23,0	516	—177	240	680	...	...	N. 1	6,5	0,17	18,1	+ 1,7	137,2
27	727,39	+ 0,14	726,63	727,89	+18,58	+ 0,62	+ 9,1	+26,9	502	—190	260	660	...	...	calme	5,6	0,50	18,3	+ 1,8	137,3
28	727,41	+ 0,13	726,35	728,58	+22,01	+ 3,98	+13,7	+29,1	463	—228	290	600	...	...	SSW. 1	5,8	0,12	17,2	+ 0,6	138,3
29	725,94	— 1,36	724,03	726,82	+23,11	+ 5,02	+17,0	+29,0	529	—162	420	640	0,1	...	SSW. 1	5,8	0,77	17,4	+ 0,7	138,2
30	724,72	— 2,61	722,63	726,46	+22,80	+ 4,64	+18,7	+26,7	495	—195	390	620	0,0	...	var.	5,0	0,37	....	.....	141,0
Mois	727,44	+ 0,25			+17,03	+ 0,22			673	— 25						6,03	0,59	15,89	+0,55	131,97

MOYENNES DU MOIS DE JUIN 1895

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	726,30	726,01	726,14	726,09	725,57	725,12	725,33	725,99
2e »	726 53	726,53	726,79	726,64	726,10	725,57	725,97	726 97
3e »	730,62	730,59	730,93	730,63	729,89	729,13	729,22	729,84
Mois	727,81	727,71	727,95	727,79	727,19	726,61	726,84	727,60

Température.

	0	0	0	0	0	0	0	0
1re déc.	+ 13,38	+ 12,49	+ 14,61	+ 16,69	+ 17,85	+ 18,42	+ 16,19	+ 14,50
2e »	+ 12,87	+ 11,09	+ 13,93	+ 17,48	+ 19,57	+ 19,75	+ 17,89	+ 15,22
3e »	+ 15,71	+ 13,71	+ 17,45	+ 20,89	+ 23,06	+ 24,74	+ 22,27	+ 18,97
Mois	+ 13,99	+ 12,43	+ 15,33	+ 18,35	+ 20,16	+ 20,97	+ 18,78	+ 16,23

Fraction de saturation en millièmes.

1re décade	900	912	866	763	688	648	776	856
2e »	745	812	766	614	532	510	579	693
3 »	677	727	666	530	457	377	481	587
Mois	774	817	766	636	559	512	612	712

	Therm. min.	Therm. max.	Temp. du Rhône.	Clarté moyenne du ciel.	Chemin parcouru p. le vent.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0	0		kil. p. h.	mm	cm
1re décade	+ 12,18	+ 20,47	+ 14,06	0 85	4,38	36,0	129,20
2e »	+ 10,57	+ 21,55	+ 16,30	0,63	5,76	18,4	129,83
3e »	+ 13,39	+ 25,34	+ 17,26	0,28	7,95	0,1	136,88
Mois	+ 12,05	+ 22,45	+ 15,89	0 59	6,03	54,5	131,97

Dans ce mois l'air a été calme 40,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SW. a été celui de 2,61 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 5°,3 E. et son intensité est égale à 30,9 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JUIN 1895.

Le 1er, pluie dans la journée.

2, pluie depuis 10 h. du matin.

3, pluie jusqu'à 10 h. du matin; pluie et neige de 4 h. à 7 h. du soir; brouillard à 10 h. du matin et depuis 10 h. du soir.

4, brouillard jusqu'à 7 h. du matin et à 4 h. du soir; pluie dans la journée.

5, brouillard de 1 h. à 4 h. du soir et depuis 10 h. du soir; pluie à 7 h. du soir.

6, neige jusqu'à 1 h. du soir; elle fond à mesure; brouillard à 4 h. du soir.

7, brouillard pendant tout le jour; pluie.

10, brouillard jusqu'à 7 h. du matin; pluie et neige de 10 h. du matin à 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir.

11, brouillard jusqu'à 7 h. du matin et depuis 10 h. du soir; pluie à 7 h. du soir.

12, brouillard jusqu'à 10 h. du matin et depuis 4 h. du soir.

13, brouillard jusqu'à 7 h. matin et depuis 7 h. du soir.

14, brouillard à 7 h. du soir.

15, brouillard jusquà 7 h. du matin et depuis 1 h. du soir; neige à 10 h. du matin; elle fond à mesure,

18, pluie jusqu'à 7 h. du matin et à 4 h. du soir; brouillard depuis 7 h. du soir; fort vent depuis 10 h. du soir.

19, brouillard pendant tout le jour; fort vent jusqu'à 4 h du soir.

20, neige jusqu'à 7 h. du matin; elle fond à mesure; brouillard depuis 10 h. du matin; forte bise depuis 4 h. du soir.

21, brouillard jusquà 10 h. du matin et depuis 4 h. du soir.

22; brouillard depuis 7 h du soir.

23, brouillard depuis 7 h. du soir.

24, brouillard jusqu'à 7 h. du matin et depuis 7 h. du soir.

29, pluie à 1 h. et à 7 h. du soir, puis brouillard.

30, pluie à 10 h du matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 4 à 11 h soir	569.30	Le 2 à 2 h. soir	564.90
9 à minuit	566,30	8 à 5 h. matin	562.85
14 à minuit	567,50	12 à 5 h. matin	563,88
18 à minuit	567,45	16 à 5 h. matin	564,10
24 à minuit	574,30	20 à 6 h. matin	565,03
29 à minuit	570,91	27 à 5 h. matin	567,92

SAINT-BERNARD. — JUIN 1895

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum. observé au barographe	Baromètre. Maximum. observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum absolu.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.	Nébulosit moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim			
1	566,35	+ 0,67	565,35	567,72	+ 2,38	— 0,29	— 3,5	+ 5,7	.....	6,5	....	SW. 1	0,65
2	565,17	— 0,60	564,90	565,60	+ 1,78	— 1,01	+ 0,3	+ 3,8	.....	11,5	....	var.	0,90
3	565,89	+ 0,03	564,98	567,10	+ 1,03	— 1,87	— 0,1	+ 2,8	.....	13,0	....	SW. 1	1,00
4	568,07	+ 2,13	566,93	569,30	+ 1,97	— 1,04	— 0,8	+ 3,8	.....	5,0	....	SW. 1	0,67
5	567,94	+ 1,92	566,60	569,17	+ 1,95	— 1,17	+ 1,6	+ 4,0	.....	5,5	....	SW. 1	0,82
6	565,06	— 1,05	564,30	566,50	+ 1,07	— 2,16	+ 0,5	+ 2,3	.....	24,1	....	SW. 1	0,85
7	564,56	— 1,63	563,20	565,50	+ 1,18	— 2,16	— 0,5	+ 4,3	.....	4,0	....	NE. 1	1,00
8	564,38	— 1,89	562,85	566,20	+ 3,00	— 0,45	— 0,6	+ 5,5	.....	.....	....	SW. 1	0,28
9	565,87	— 0,48	565,20	566,30	+ 3,83	+ 0,28	+ 0,2	+ 6,3	.....	.....	....	SW. 1	0,53
10	564,65	— 1,78	564,30	565,95	+ 2,35	— 1,30	+ 0,7	+ 4,2	.....	7,4	....	SW. 1	0,97
11	564,11	— 2,40	563,91	564,70	+ 2,88	— 0,87	+ 0,6	+ 5,5	.....	2,0	....	NE. 1	0,62
12	564,68	— 1,91	563,88	565,77	— 0,25	— 4,10	— 0,7	+ 2,0	.....	.....	....	NE. 1	0,97
13	566,18	— 0,49	565,10	567,30	— 0,48	— 4,43	— 3,2	+ 3,0	.....	.....	....	NE. 1	0,68
14	567,06	+ 0,31	566,77	567,50	+ 2,18	— 1,86	— 3,5	+ 6,3	.....	.....	....	NE. 1	0,42
15	565,62	— 1,20	565,20	566,68	— 0,58	— 4,71	— 2,0	+ 1,5	.....	4,3	....	NE. 1	1,00
16	565,21	— 1,69	564,10	566,27	+ 1,67	— 2,55	— 6,0	+ 4,6	.....	.....	....	NE. 1	0,00
17	566,73	— 0,24	566,10	567,33	+ 4,47	+ 0,16	— 1,0	+ 7,3	.....	.....	....	SW. 1	0,32
18	567,02	— 0,02	566,65	567,45	+ 3,22	— 1,18	+ 1,9	+ 4,7	.....	20,0	....	SW. 1	0,97
19	566,03	— 1,08	565,45	567,00	+ 3,08	— 1,41	+ 1,4	+ 4,5	.....	.....	....	SW. 2	1,00
20	566,44	— 0,74	565,03	569,58	0,00	— 4,58	— 1,6	+ 3,5	.....	11,0	....	NE. 1	1,00
21	571,21	+ 3,96	569,80	572,70	+ 2,33	— 2,33	— 0,8	+ 5,5	.....	.....	....	NE. 1	0,88
22	572,93	+ 5,61	571,95	574,00	+ 4,88	+ 0,14	+ 0,9	+ 7,7	.....	.....	....	NE. 1	0,45
23	573,72	+ 6,33	573,17	574,24	+ 6,27	+ 1,45	+ 1,9	+ 9,9	.....	.....	....	NE. 1	0,55
24	573,08	+ 5,63	572,10	574,30	+ 5,55	+ 0,65	+ 3,0	+ 8,8	.....	.....	....	NE. 1	0,70
25	570,19	+ 2,68	569,35	572,07	+ 4,13	— 0,85	+ 0,8	+ 7,1	.....	.....	....	NE. 1	0,17
26	568,55	+ 0,98	568,24	569,50	+ 5,15	+ 0,10	— 0,6	+ 8,3	.....	.....	....	NE. 1	0,05
27	568,54	+ 0,91	567,92	569,70	+ 7,97	+ 2,85	+ 1,2	+ 11,5	.....	.....	....	NE. 1	0,13
28	569,98	+ 2,29	569,20	570,90	+ 9,13	+ 3,94	+ 2,8	+ 12,9	.....	.....	....	NE. 1	0,23
29	570,37	+ 2,62	569,60	570,91	+ 8,63	+ 3,37	+ 5,5	+ 12,9	.....	10,1	....	SW. 1	0,68
30	570,07	+ 2,26	569,71	570,55	+ 7,92	+ 2,59	+ 5,1	+ 9,7	.....	7,0	....	SW. 1	0,58
Mois	567,52	+ 0,41			+ 3,29	— 0,80							0,64

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — JUIN 1895.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	566,09	565,57	565,65	565,81	565,77	565,70	565,75	566,00
2e » ...	565,87	565,55	565,59	565,74	565,96	565,99	566,17	566,40
3e » ...	571,01	570,58	570,64	570,83	570,91	570,87	570,91	571,17
Mois	567,66	567,23	567,30	567,46	567,55	567,52	567,61	567,86

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s	10 h. s.
	o	o	o	o	o	o
1re décade...	+ 2,09	+ 3,26	+ 3,80	+ 3,35	+ 2,26	+ 1,59
2e » ...	+ 0,91	+ 2,87	+ 3,62	+ 3,09	+ 2,10	+ 1,14
3e » ...	+ 4,73	+ 8,10	+ 8,88	+ 8,12	+ 6,37	+ 5,00
Mois	+ 2,58	+ 4,74	+ 5,43	+ 4,85	+ 3,58	+ 2,58

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée
	o	o		mm	mm
1re décade...	— 0,22	+ 4,27	0,77	77,0	...
2e » ...	— 1,41	+ 4,29	0,70	37,3	...
3e » ...	+ 1,98	+ 9,43	0,44	17,1	...
Mois	+ 0,12	+ 6,00	0,64	131,4	...

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SW a été celui de 1,16 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 7,8 sur 100.

RELATIONS

ENTRE LE

RELIEF ET LA SISMICITÉ

PAR

F. DE MONTESSUS DE BALLORE
Commandant l'artillerie de Belle-Ile-en-mer.

Les lecteurs des *Archives* ont pu depuis quelques années suivre dans plusieurs articles de l'auteur le but rationnellement cherché : réfutation par la statistique pure des relations légérement émises et admises entre les séismes et d'autres phénomènes naturels; puis description sismique de quelques parties du globe (Suisse, Europe centrale, Italie), les autres ayant paru ailleurs ou devant paraître de façon à embrasser tout l'univers. Ce plan suppose comme fin la recherche d'autres relations basées sur un nombre considérable de faits et le travail actuellement présenté met au jour une intime corrélation entre les tremblements de terre et les principales lignes de corrugation de l'écorce terrestre, chaînes de montagnes ou grandes profondeurs de l'océan. Dès lors établir une dépendance entre les forces qui ébranlent la surface du globe et les causes dynamiques auxquelles il doit son relief ne sera pas ici une hypothèse, mais le résultat des

chiffres, et ce sera donner aux tremblements de terre, dits orogéniques, des sismologues suisses, la consécration et la généralisation qu'ils méritent en dehors de toute idée préconçue à priori.

Les lois dont l'exposé va suivre reposent sur une statistique portant sur 98,868 observations de séismes ayant affecté 6789 centres d'ébranlement répartis en 353 régions plus ou moins instables de la surface du globe.

Ces lois sont relatives pour la plupart, en ce sens que l'instabilité ou la sismicité absolue, généralement inconnue d'ailleurs, n'est pas forcément proportionnelle aux différences de relief, mais une région est plus instable que ses voisines si elle présente de plus fortes pentes ou différences d'altitudes émergées ou immergées. C'est donc qu'il reste d'autres relations à découvrir. Autrement dit les conditions relatives de relief qui influent sur la sismicité sont nécessaires dans la plupart des cas, mais non suffisantes. Il paraît probable que la nature géologique des terrains apporte son influence non seulement sur la propagation des séismes, ce qui est connu depuis longtemps, mais encore sur leur production. En tout cas la statistique le dira ultérieurement.

A elles seules ces lois suffisent à faire définitivement de la sismologie un chapitre de la géologie.

L'énoncé de ces lois peut se mettre sous la forme générale suivante :

Les régions sismiques instables accompagnent les grandes lignes de corrugation de l'écorce terrestre, c'est-à-dire ses principaux traits de relief émergé ou immergé.

Dans un groupe de régions sismiques adjacentes, les plus instables sont celles qui présentent les plus fortes différences de relief.

L'étude qui suit montrera combien ces lois sont générales et comment elles se présentent relativement aux divers accidents de terrain.

Plus on passe du relief général ou géographique au relief particulier ou topographique, plus souvent se montrent des exceptions, les lois restant cependant vraies d'une façon générale, parce que les influences locales perturbatrices, par exemple celle supposée de la nature du terrain, prennent plus d'importance à mesure qu'on entre davantage dans le détail. En d'autres termes ces lois très exactes pour les régions sismiques instables le sont moins pour les centres d'ébranlement qui ne les suivent pas toujours quant à leur distribution dans une région sismique donnée.

Les lois particulières sont les suivantes :

I. *Les pays de montagnes sont plus instables que les pays de plaines.*

II. *Les côtes des mers rapidement profondes, surtout si elles bordent une chaîne importante, sont instables, et celles des mers peu profondes sont stables, surtout si elles bordent un pays plat.*

III. *Le flanc court et raide d'une chaîne en est le plus instable.*

IV. *Le flanc court et instable d'une chaîne est surtout ébranlé en ses parties les plus raides.*

V. *Le versant le plus raide d'une vallée en est le plus instable.*

VI. *L'angle extérieur de la rencontre de deux chaînes est moins stable que l'angle intérieur plus petit que 90°.*

VII. *Le flanc d'une chaîne principale rencontrée par un contrefort important est plus instable à l'opposé de ce contrefort.*

VIII. *Les massifs sont plus instables sur leurs flancs que dans leur intérieur.*

IX. *Les brusques changements de pente sont favorables à l'instabilité.*

X. *Les parties moyennes des vallées sont fréquemment plus instables que les parties supérieures, et généralement que les parties inférieures.*

XI. *Les étroites péninsules montagneuses sont instables.*

XII. *Les isthmes surbaissés,* c'est-à-dire compris dans une dépression de terrain, *sont instables.*

XIII. *Les détroits resserrés sont fréquemment le siège de séismes qui y ont leur épicentre.*

XIV. *Les régions de haute sismicité ne coïncident qu'exceptionnellement avec celles qui présentent des volcans très actifs. Autrement dit les phénomènes sismiques et volcaniques sont indépendants les uns des autres.*

Cette dernière loi ne sera point développée ici.

Ire loi. *Les pays de montagnes sont plus instables que les pays de plaines.*

Cette loi est très générale. Presque toutes les régions sismiques vraiment instables se groupent sur les flancs des grandes chaînes. Cela se présente notamment, mais à des degrés divers, pour les Alpes Scandinaves, les Highlands d'Ecosse, le Jura, les Vosges, le Taunus, les Pyrennées, les chaînes du sud-est de l'Espagne, le massif de la rive droite du bas Tage, le système des Alpes avec toutes ses ramifications, le rebord septentrional du massif Bohémien, les Carpathes, les Alpes de Transylvanie, les Apennins, les montagues de la Sicile, les Alpes Dinariques, les massifs de l'Olympe, de l'Othrys et du Parnasse, le rebord septentrional du Péloponèse, les Balkans, l'Oural méridional, le Caucase, les montagnes

d'Arménie et du Kurdistan, le rebord occidental du plateau d'Anatolie, le Liban et l'Antiliban, les montagnes du Farsistan, du Khorassan et de l'Aderbeischan, le Demavend, les rebords septentrional et oriental du grand plateau central asiatique du Turkestan au lac Baïkal et du Sse-Tchuen au Yun-nam, la chaîne bordière de la Chine orientale, la chaîne principale du Nippon et d'Yeso, l'Himalaya, le massif de l'Afghanistan, l'Atlas, les montagnes d'Abyssinie, les massifs du Natal, du Namaqualand et de l'Ounyamouési, les Alleghanys, les montagnes Rocheuses et les Andes de l'Alaska au cap Horn, le massif Mexicain, la Sierra Madre de Cuba, les Andes du Venezuela, les massifs de Caracas et du Paria, la chaîne longitudinale de Sumatra, de Java et des îles de Bali à Timor, la chaîne du Minahassa (Celebes), celle orientale de Mindanao, celle de Luzon du Mayon ou Albay à la Cordillère d'Ilocos, les Alpes d'Australie, les chaînes longitudinales de la Nouvelle-Zélande et de Madagascar.

On voit que presque toutes les montagnes importantes du globe semblent attirer à elles les régions instables tandis que les séismes sont à peu près ignorés des immenses étendues sans relief de l'Europe centrale septentrionale, de la Russie, de la Sibérie, de la Mongolie, du Canada et du Dominion, du Sahara, de l'Australie centrale, des Llanos du Venezuela, de l'Amazonie et des Pampas de la République Argentine, pour ne parler que des plus importantes.

Mais il faut observer qu'il y a quelques exceptions, surtout dans le détail, que toutes les chaînes ne sont pas également instables ni tous les pays plats stables, et qu'en outre la sismicité est variable le long des chaînes sans être proportionnelle à leur relief, telle différence

d'altitude de 7 à 8000^{m} ne donnant pas lieu le long des Andes ou de l'Himalaya à plus d'instabilité qu'une de 1000 sur les flancs de l'Apennin ou de l'Atlas,

Les plaines importantes ou larges vallées instables sont rares et se comptent facilement. On peut citer les campagnes de Pise, de Florence et de Naples, l'Atchin, la plaine de Tokyo, celles du moyen Mississipi et du moyen Iraouaddy. Dans le cas plus fréquent de petites plaines instables on voit les centres d'ébranlement se distribuer surtout vers leur bord, fait qui est l'objet de la IXme loi.

Bref le phénomène sismique reste dans son ensemble très intimement lié aux montagnes.

IIme loi. *Les côtes des mers rapidement profondes, surtout si elles bordent une chaîne importante, sont instables, et celles des mers peu profondes sont stables, surtout si elles bordent un pays plat.*

Cette loi est très générale.

Pour l'établir on a suivi la carte des profondeurs océaniques de l'atlas physique de Berghaus, actuellement en cours de publication. On rappelle que la sismicité ou l'instabilité est d'autant plus grande qu'elle est exprimée par un nombre plus petit de kilomètres. On a peu donné de chiffres de sismicité sismologique pour établir cette loi parce que d'une partie du monde à une autre les documents ne sont pas suffisamment comparables, non plus par suite les nombres calculés. Cette remarque ne s'applique pas aux lois suivantes dans lesquelles on compare les sismicités de régions voisines. Les rapports seuls y entrent en jeu, et par suite les documents dont les sismicités sont tirées étant de même valeur, il importe peu que les chiffres se rapprochent plus ou moins de la valeur absolue.

Les deux parties les plus instables le Lunröe (sismicité

de 16 km.) et le Sondmöre (32) de la côte Norvégienne (73) correspondent aux deux seules portions de la côte dont s'approche l'isobathe (combe d'égales profondeurs sous-marines) de 2000^{m}, plus dans le premier cas que dans le second, et précisément le Lunröe est plus instable que le Sondmöre.

La Norvège (73) plus instable que la Suède (106) est bordée par une mer beaucoup plus profonde que le golfe de Bothnie. On doit cependant là signaler une anomalie, c'est que les côtes mêmes de ce golfe (52) sont plus instables que le reste de la Suède (144), et même que la Norvège, ce qui peut-être tient au lent mouvement dont elles sont animées.

L'Islande sans grand relief, et assez stable en dépit de ses volcans fameux, est entourée d'une mer sans profondeur.

Le Groënland très stable est situé au milieu d'une mer sans profondeur, sauf cependant vers le cap Farewell dont se rapproche un peu l'isobathe de 2000^{m}. Il en est de même pour le Spitzberg et la Nouvelle-Zemble.

Les îles Britanniques, les Shettlands et les Feroë stables émergent d'un vaste haut-fond. Il en est de même des Pays-Bas et du nord de l'Europe centrale qui prolongent des pays absolument plats.

Les côtes de la Manche et du golfe de Gascogne, mers sans profondeur, sont stables. Il faut cependant signaler cette exception que l'isobathe de 4000^{m} pousse une pointe vers le fond du golfe et à peu de distance de la Galice, sans que pour cela les Pyrénées Cantabriques et le massif des Pics d'Europe d'un haut relief soient instables. La forte sismicité des basses Pyrénées françaises et du bassin de l'Adour corrige un peu cette exception.

La région instable de Lisbonne (55) est voisine de l'isobathe de 4000^{m}, qui ne s'approche que là des côtes du Portugal (173).

Les régions si souvent secouées du sud-est de l'Espagne sont voisines de l'isobathe de 2000^{m} qui s'éloigne de la côte à hauteur de Valence, alors que précisément la stabilité renaît plus au nord. Cette courbe fait ensuite, mais à grande distance, le tour des Baléares stables, se tient loin du littoral stable du golfe du Lion, puis se rapproche beaucoup des Alpes maritimes et des Rivières du Ponant et du Levant si fréquemment ébranlées.

La Corse et la Sardaigne sont stables même sur leur côte occidentale pourtant rapprochée de l'isobathe de 2000^{m}. Il est vrai que les rares séismes qu'on y a signalés se sont justement fait sentir de ce côté ; l'exception en est donc un peu mitigée.

Le flanc occidental ou Tyrrhénien des Apennins (28) est moins stable que l'Oriental (45) ; mais suivant la IIIme loi il devrait être le moins sujet aux séismes. La contradiction est levée par ce fait que l'isobathe de 2000^{m} n'est pas éloigné de la côte occidentale tandis que dans l'Adriatique c'est à peine si celui de 100^{m} s'avance seulement à hauteur du cap Gargano ; en fait si l'on tient compte du relief immergé le versant occidental présente les plus fortes différences d'altitudes et est le moins stable. L'anomalie n'est qu'apparente,

L'isobathe de 2000^{m} s'approche de Raguse la partie la plus instable de la Dalmatie, et longe l'Albanie, l'Epire, les îles Ioniennes et la Crète, toutes régions instables. Cette courbe se rapproche ensuite des côtes Syriennes souvent ravagées.

Dans la mer Noire les côtes d'Anatolie sont seules ins-

tables ; or les grandes profondeurs ne se montrent qu'en son voisinage.

Le même fait se reproduit pour le sud de la mer Caspienne relativement au Caucase, au bas Araxe, et au Demavend instables.

La Cyrénaïque probablement peu sujette aux séismes est voisine de l'isobathe de 2000^{m}. C'est encore une exception à signaler, mais fort mitigée par le peu de relief de la région.

Les côtes nord et sud de la Sicile plus souvent ébranlées que la côte sud-ouest sont cotoyées par l'isobathe de 1000^{m}, tandis que celle-ci est séparée de la Tunisie par un seuil peu profond.

Les îles Eoliennes émergent de fonds de 1000^{m} et celle d'Ustica de 2200^{m}. Elles sont instables, et l'isobathe de 3000^{m} n'en est pas loin.

L'isobathe de 1000^{m} pénètre dans le golfe même de Naples et c'est avec l'île d'Ischia la partie la plus instable du littoral Tyrrhénien. Il cotoye les Calabres si instables.

L'isobathe de 2500^{m} longe la côte algérienne de Bône à Oran, c'est-à-dire la partie la plus souvent ébranlée des côtes Barbaresques.

Le Maroc septentrional comme l'Andalousie bénéficie du voisinage de l'isobathe de 2000^{m} qui ne dépasse pas le détroit de Gibraltar.

L'isobathe de 4000^{m} ne s'approche des côtes d'Afrique que vers le Bassam, et c'est précisément dans ces parages que se trouve la seule région instable qui y soit connue, celle d'Accra et de St-George d'Elmira ; cette même courbe se rapproche ensuite du cap de Bonne-Espérance et du Natal où quelques séismes ont été signalés. puis va longer la côte orientale de Madagascar la plus instable de cette île.

Les Mascareignes et autres îles stables de l'océan Indien sud-ouest émergent de seuils peu profonds.

L'isobathe de 4000^m longe la côte sud du pays des Somalis jusqu'au cap Gardafui, sur la stabilité desquels on est sans renseignements.

Au milieu de l'océan Atlantique méridional entre 0°30'N, et 3°50'S., 19°45'W. et 26° W (P.) on a pu déterminer par les observations consignées dans les journaux de bord une région sous-marine très-instable, qu'il est très remarquable de voir précisément toucher à un abîme de 6000^m.

Les Açores, Madère, les Canaries et les îles du cap Vert instables émergent de 2000^m.

Les Archipels instables Andaman et Nicobar sont serrés de près par l'isobathe de 2000^m, qui passant près de Ceylan pourtant stable, se tient partout éloigné de la péninsule Indoustanique stable.

L'Indochine stable est partout entourée de mers sans profondeur, sauf près de l'Annam stable aussi, mais dont l'isobathe de 2000^m s'approche cependant un peu.

Formose instable est tangente du côté oriental à cette même courbe.

Les côtes de la Corée, de l'île Saghalien et de la Mongolie, et celles de la Sibérie, toutes régions très stables, bordent des mers sans profondeur.

Le Kamtschatka instable émerge d'une mer sans profondeur, ce qui peut tenir à l'activité de ses volcans.

L'isobathe de 4000^m longe jusqu'au cap Mendocino la partie la plus instable du littoral Californien. Le Shasta et le Washington instables ne bénéficient que du voisinage de celui de 2000^m. La Colombie Britannique septentrionale stable en est au contraire plus éloignée.

L'Alaska et les Aléoutes instables confinent à un abîme de 6000m.

Terre-Neuve, le Labrador et tout le Dominion septentrional de la mer de Baffin au détroit de Behring sont stables et bordent des mers sans profondeur.

L'isobathe de 4000m longe les Andes depuis le Mexique jusqu'au 36me parallèle méridional et par suite la chaîne continue des régions instables qui s'étend jusqu'au Chili, ne s'en éloignant beaucoup qu'en face du désert d'Atacama stable. L'instabilité descend un peu plus au sud que cette courbe, et ne cesse qu'avec l'abaissement progressif de la Cordillère probablement à hauteur de l'île de Chilœ. Beaucoup de séismes Péruviens et Chiliens et peut-être quelques-uns de l'état mexicain de Guerrero prennent naissance au large et vraisemblablement au pied du talus sous-marin de 4000 m.

Les Gallapagos et les îles Juan Fernandez stables émergent de mers peu profondes.

Le versant Atlantique si stable de l'Amérique du sud borde une mer sans profondeur, sauf vers le cap San-Roque stable malgré le voisinage momentané de l'isobathe de 4000m.

L'isobathe de 6000m ne s'approche des Antilles que près de Portorico et des îles Vierges, parties les plus instables de l'Archipel.

Celui de 4000m touche les deux extrémités de Cuba, plus souvent ébranlées que son centre, le nord de la Jamaïque, le sud d'Haïti et de St-Domingue, et longe les petites Antilles à l'est, toutes régions instables.

Les Bahamas stables sont cotoyées à l'est par l'isobathe de 4000m, mais elles n'ont aucun relief, et bordent à l'ouest une mer sans profondeur.

Les Bermudes assez souvent secouées confinent à un gouffre de 6000^{m}.

La Mosquitie, le Yucatan, le Tabasco, le Tamaulipas et les côtes des Etats-Unis du Texas à la Floride sont très stables et bordées de mers sans profondeur, tandis que l'isobathe de 3000^{m} se rapproche vers la Vera-Cruz de la partie instable du Mexique central.

L'isobathe de 4000^{m} s'enfonce comme un coin dans le golfe de Honduras, ce qui correspond à une certaine instabilité de ses côtes, les îles peut-être instables d'Utila et de Roatan étant précisément sur le talus de 1000-4000^{m}.

Les Kouriles instables confinent à un abîme de 8000^{m}, fort rapproché aussi de la côte du sud d'Yeso et de l'est du Nippon très instables, tandis que les côtes occidentales de ces deux îles bordées par une mer sans profondeur sont beaucoup moins souvent ébranlées.

L'Isobathe de 2000^{m} longe la côte sud des îles japonaises Kiu-Siu et Sikoku plus instables que le sud-ouest du Nippon à mer peu profonde, et se replie ensuite autour des îles fréquemment secouées d'o-Sima et de Liou-Kiou, ou d'Okinawa-Sima. D'ailleurs beaucoup de séismes de l'Yeso sud et du Nippon nord-est et sud-ouest ont manifestement une origine sous-marine et leur épicentre est probablement au pied du talus sous-marin de 8000^{m} dans les deux premiers cas, de 2000^{m} dans le dernier.

Le versant sud-ouest instable de Sumatra est longé par l'isobathe de 4000^{m} à hauteur des îles instables de Nias, Batœ, etc., situées sur un très raide talus de 2000-4000^{m}, tandis que le versant nord-est et l'Archipel Riouw, l'un et l'autre fort stables, sont baignés par une mer sans profondeur.

Java instable est bordée au sud sur toute sa longueur par l'isobathe de 4000ᵐ, tandis que sur sa côte nord l'île de Madœra stable émerge d'une mer peu profonde.

Le talus 2000-4000ᵐ déjà cité longe la chaîne des îles instables Bali, Lombok, Sœmba, Sœmbawa, Sawœ et Rotti.

L'isobathe de 4000ᵐ rase le Minahassa, presqu'île nord-est très fréquemment secouée de Celebes, le reste de l'île plus stable gisant par une mer sans profondeur, ainsi que les îles stables Saleijer, Bawejan et Karimon Djawa.

Les côtes septentrionales de Ceram et de Bœrœ, et celle occidentale de Gilolo, toutes fréquemment ébranlées, sont rapprochées de l'isobathe de 2000ᵐ.

Bornéo probablement stable, sauf de petits centres sans importance, git par une mer sans profondeur à l'exception des côtes de la mer de Soulou.

Flores, Lomblen, Allor et Timor instables, mais volcaniques, font exception par des fonds de 200ᵐ seulement.

Le reste de la chaîne des Wetter aux Arœ, Banda et Amboine, îles instables, bénéficient du voisinage de l'isobathe de 2000ᵐ.

Les régions les plus instables de Mindanao correspondent à l'est au voisinage de l'isobathe de 2000ᵐ, et au sud à celui de 4000ᵐ, tandis que le nord moins ébranlé borde une mer sans profondeur.

L'Archipel des Philippines si fameux par ses séismes est serré de près par l'isobathe de 2000ᵐ qui en fait le tour.

L'Archipel de Soulou probablement instable est enserré de toutes parts par l'isobathe de 4000ᵐ, tandis que l'île de Palawan qu'on a tout lieu de supposer stable émerge d'un seuil sans profondeur.

Les Mariannes très instables confinent à l'ouest, à l'est et au sud à des fonds de 4000, 6000 et 8000^{m}, et les Sandwich non moins souvent secouées émergent d'une mer de 4000^{m}.

La presqu'île nord-ouest probablement instable de la Nouvelle-Guinée est longée au nord par l'isobathe de 4000^{m}.

Les Nouvelles-Hébrides et les Archipels de Tonga, Salomon et Samoa, tous relativement instables émergent de fonds de 2000^{m}.

Les quelques séismes signalés en Australie l'ont précisément été au sud-est dans la partie cotoyée du cap Sandy à la Tasmanie, île où ils ne sont pas très rares, par l'isobathe de 4000^{m}. Cette courbe vient bien s'approcher de l'Australie occidentale à hauteur du tropique, mais le pays est plat et l'on est sans renseignements sur sa sismicité.

De l'east Cape de l'île du Nord à l'île Stewart les côtes orientales de la Nouvelle Zélande sont bordées par l'isobathe de 2000^{m}, tandis que les côtes occidentales et le nord, plus stables, émergent d'une mer sans profondeur. Mais le versant occidental, le plus raide, devrait être, d'après la IIIme loi, le plus instable. C'est le contraire qui a lieu par suite du peu de profondeur de la mer qui l'entoure.

Les îles stables et sans grand relief de la Polynésie orientale émergent de mers sans profondeur aux environs.

La relation énoncée entre le relief sous-marin et la répartition des régions côtières instables est donc parfaitement justifiée, et présente un haut caractère de généralité en dépit de quelques exceptions.

IIIme loi. *Le flanc court et raide d'une chaîne en est le plus instable.*

Cette loi souffre peu d'exceptions dont les plus importantes s'expliquent comme on l'a vu plus haut pour les Apennins et la Nouvelle-Zélande. Dans ce qui suit les régions dont le nom n'est point accompagné d'un chiffre de sismicité sont celles trop stables pour avoir permis un calcul même approché. La région la plus instable et à laquelle s'applique la loi est énoncée la première, ici par exemple c'est le versant raide qui commence la phrase.

La Norvège (38) est moins stable que la Suède (106); le Perthshire (35) que le canal Calédonien (52) et l'Ecosse du nord-est; les Alpes italiennes de l'ouest (32) que les Alpes françaises (47); l'Alsace (47) que le versant occidental des Vosges (81); les Pyrénées françaises (33) que les Pyrénées espagnoles (53); le versant maritime des montagnes du sud-est de l'Espagne (31, 33 et 38) que le versant intérieur (102); le Jura suisse (26) que le Jura français (86); le Vintschgau (14) et l'Engadine (20) que les Grisons (33); le Marmaros (17) et l'Altland (56) que la Galicie et la Bukowine (190) et les provinces danubiennes occidentales (130); la Dalmatie (30) que la Bosnie (55) et l'Herzégovine (57), le duché de Bade (36) que le Wurtemberg et la Souabe (131); la Ligurie (18) que le versant opposé des Apennins (26); les côtes nord et est de la Sicile (34) et (24) que la côte sud-ouest (44); l'Achaïe (30) que le Péloponèse (66); l'Albanie et l'Epire (66) que la Macédoine (111) et la Thessalie (75); le Turkestan (43), l'Altaï (443) et la Baïkalie (291) que l'intérieur du grand plateau central asiatique; le Shiraz que le versant opposé de ses montagnes; le versant méridional de l'île d'Yeso (50) que l'op-

posé (137); le versant oriental de l'île Kiu-Siu (32) que l'occidental (36); la Nouvelle-Angleterre (90) que la région des grands lacs (170); les Carolines (154) que les bassins de l'Ohio et du Tennessee (170); le Washington (58), le Shasta (51), la Californie centrale (64) et méridionale (43) que l'entremont des montagnes Rocheuses; le Chihuahua (89) que la Sonora (161); le Guatemala occidental (21) que l'intérieur du pays; le Salvador (13) que le Honduras; le Nicaragua (29) que la Mosquitie; le versant maritime du Venezuela (33 et 34) que les Llanos; le flanc occidental des Andes du Venezuela (73) que leur flanc oriental; le versant Pacifique des Andes du Pérou (32, 53 et 138) que le Pérou intérieur et la Bolivie (245); le Chili (38) que le Tucuman (50) et la République Argentine; l'entremont des Cordillères de la Colombie (80), de l'Ecuador (40), du Pérou et de la Bolivie (245) que l'Amazonie; le versant sud-ouest de Sumatra (56) que le versant opposé; la Cordillère des Ilocos (44) que le bassin du Rio-Grande de Luzon (90); le flanc maritime de la Cordillère orientale de Mindanao (32 et 62) que le centre de cette île (114).

IV[me] loi. *Le flanc court et instable d'une chaîne est surtout ébranlé en ses parties les plus raides.*

Les exceptions deviennent un peu plus nombreuses. On peut citer les exemples suivants. Le Lunröe (16) et le Sondmöre (32) correspondent aux massifs du Svartisen et du Jostedals-Brahe et sont plus instables que la partie intermédiaire des Alpes scandinaves (73); la Ligurie (18) est la partie la plus resserrée et la plus instable de tout le versant occidental des Apennins (28) à l'exception de deux petites régions autour des montagnes volcaniques d'Albano (4) et du golfe de Naples (17), celle-ci

entourée de volcans (Epomeo, Monte Nuovo et Vésuve); la côte de Malaga (31) est plus instable que celle d'Almeria (33) et que celle des provinces de Murcie et de Valence (38); la Dalmatie (30) plus que l'Albanie et l'Epire (66); la Roumélie turque (99) que la Macédoine (111); le Turkestan et le Namangan (43) plus que l'Altaï (443) et la Baïkalie (291); sur le flanc maritime des Andes le Pérou central (32) plus que le Guayaquil (74) et celui-ci plus que le Pérou septentrional (138); le versant californien des montagnes Rocheuses (60) plus que la Colombie britannique; la province d'Oaxaca (61) plus que le Coatzacoalcos (77); le Cachemire (20) plus que le Népaul (104); les hautes terres de Padang (46) plus que le Bengkœlen (59).

Vme loi. *Le versant le plus raide d'une vallée en est le plus instable.*

Exemples : la rive gauche de la Haute Garonne et la droite de l'Adour (26) sont plus instables que les rives opposées (215); la rive gauche du Rhône en aval de Lyon (47) que sa rive droite (188); la rive badoise du Rhin (36) que l'alsacienne (47); la rive droite du Rhin (Nassau, 34) que sa rive gauche (Palatinat et Hardt, 189); la rive droite du bas Tage (55) que sa rive gauche (97); la rive gauche du haut Pô piémontais (26) que sa rive droite (71); la rive gauche de l'Aar inférieure (26) que sa rive droite (32); la rive droite du Pruth (147) que sa rive gauche; la rive droite du Terek (84) que sa rive gauche; la rive gauche du Gange (35) que sa rive droite (115); la rive droite du Tœlang-Bawang (Sumatra, 112) que sa rive gauche (138); la rive gauche du Molyneux (Nouvelle Zélande, 137) que sa rive droite (138).

VI[me] loi. *L'angle extérieur de la rencontre de deux chaînes est moins stable que l'angle intérieur plus petit que 90°.*

On peut citer : les côtes de Messine (24) et de Catane (4) plus instables que l'angle intérieur de Gangi (41) : le Riesengebirge (24), l'Erzgebirge et le Fichtelgebirge (47) plus que l'angle septentrional de la Bohême (78) ; les Alpes maritimes (15) à l'angle externe de la rencontre des Apennins et des Alpes que les Alpes cottiennes méridionales (26) ; l'Achaïe (30) et l'Argolide (25) que le Péloponèse intérieur (66) qu'elles enserrent ; la Dalmatie (30) et la Bosnie (55) que l'Herzégovine (57) ; le Luzon central (30) à la convexité du nœud du grand Caraballo que la Nueva Vizcaya (90).

VII[me] loi. *Le flanc d'une chaîne principale rencontrée par un contrefort important est plus instable à l'opposé de ce contrefort.*

Exemples : la Catalogne (66) à l'opposé des Corbières est plus instable que le versant français (188) ; l'Albanie (66) sur le flanc des Alpes Dinariques à l'opposé du Balkan que la Serbie (130) et la Macédoine (111) ; le centre de Luzon (30) à l'opposé de la rencontre de la Cordillère qui va du golfe de Lingayen à celui de Baler avec la chaîne des Ilocos que les deux versants (44) et (90) de cette dernière.

VIII[me] loi. *Les massifs sont plus instables sur leurs flancs que dans leur intérieur.*

Exemples : la Carniole (22) et le Murthal (24) sont plus instables que la Carinthie (31), le Pusterthal (26) et le Tyrol (26) ; les préalpes italiennes (Frioul, Bellune, XIII et VII Comuni, Véronais, 16) que la Carinthie (31), le Pusterthal (26) et le Trentin (51) ; en France, en Espagne et en Grèce les régions instables sont toutes exté-

rieures à leurs massifs centraux; les régions maritimes occidentales du plateau d'Anatolie (76, 67 et 56) sont plus instables que le plateau lui-même (214); le haut (63) et le bas Araxe (90) plus que les massifs de Van et d'Ourmiah; le Guerrero (27) plus que le Chapalà (34); la Mixteca (61) plus que le plateau central mexicain (71); les Andes péruviennes occidentales de Payta à Iquique (103) plus que l'entremont des Cordillères (245); le plateau central asiatique stable est entouré de régions instables sur presque toute sa périphérie.

Une exception remarquable se montre pour l'entremont des Andes de Quito (40) plus instable que l'extérieur de Guayaquil à Esmeraldas (74); on peut l'attribuer à l'activité de ses gigantesques volcans.

IXme loi. *Les brusques changements de pente sont favorables à l'instabilité.*

On voit en effet les centres d'ébranlement montrer une tendance marquée à s'échelonner à la base des montagnes et le long des bords des plaines, et les régions instables se placer plutôt sur les avant-monts que sur les parties supérieures des chaînes que l'instabilité atteint rarement. Cette loi est très générale et presque toutes les grandes chaînes en fournissent des exemples, mais elle se manifeste surtout par la répartition des centres d'ébranlement. On peut dire qu'*en général la base des montagnes est une ligne de moindre résistance.*

Xme loi. *Les parties moyennes des vallées sont fréquemment plus instables que les parties supérieures et généralement que les inférieures.*

Exemple: la fosse du lac de Genève (11) est plus instable que le bas (21) et le haut Valais (36), et que la vallée française du Rhône (47); la plaine suisse ou vallée

moyenne de l'Aar (32) plus que l'Oberland Bernois (33); le Piémont ou vallée moyenne du Pô (19) plus que sa vallée supérieure (26) et le Milanais (93), et celui-ci plus que le bassin inférieur (102); la vallée de l'Adige à hauteur du lac de Garde (18) plus que le Trentin (51) et que la plaine Padouane à son débouché (102); la vallée du Nil près de Gondokoro plus que l'Egypte et la région de l'Albert-Nyanza; le moyen Mississipi (170) plus que ses bassins supérieur et inférieur; les rives du Saint-Laurent (59) plus que la région des grands lacs (80) et son estuaire (137); la vallée moyenne de la Magdalena (80) plus que la basse Colombie (193).

Cette loi souffre plusieurs exceptions: le Vintschgau (14) plus instable que le Trentin (51); le haut Araxe (63) que le bas (90). Elle se manifeste surtout par la distribution des centres d'ébranlement le long des thalwegs.

XIme loi. *Les longues péninsules montagneuses sont instables.*

Cela se voit nettement pour les Calabres, l'Italie, l'Attique, l'Hellespont, l'Istrie, le Kamtschatka, l'Alaska, les presqu'îles de Sanyodo, Yamato, Izu, Awa et Yake Yama au Nippon, de Nagasaki et de Kagosima dans l'île Kiu-Siu, d'Osima et de Nemuro dans celle d'Yeso, la vieille Californie très probablement, la presqu'île de Nicoya au Costarica, celles des Cayes à Haïti, des Camarines à Luzon, de Surigao, du Cap Agustin et de Zamboanga à Mindanao, et du Minahassa à Celebes.

XIIme loi. *Les isthmes surbaissés*, c'est-à-dire compris dans une dépression des chaînes, *sont instables.*

Exemples: ceux de la basse Ecosse, du Caucase, de Corinthe, de Panama, du Costarica et de Tehuantepec.

XIIIme loi. *Les détroits resserrés sont fréquemment le siège de séismes qui y ont leur épicentre.*

Exemple : Détroits de Gibraltar, de Messine, de l'Euripe, de Tsugaru (entre Nippon et Yeso), de Mindoro (entre cette île et Luzon), de la Sonde, peut-être de Malacca, d'Iloïlo (entre les îles Panay et Negros, Philippines), de Bass, de Cook (entre les îles du nord et du milieu de la Nouvelle Zélande), de Nias (entre cette île et Sumatra).

Belle-Ile-en-Mer, le 19 Juin 1895.

RECHERCHES

SUR LA

RÉFRACTION ET LA DISPERSION

DES

RADIATIONS ULTRAVIOLETTES

DANS QUELQUES SUBSTANCES CRISTALLISÉES

PAR

G.-Adolphe BOREL.

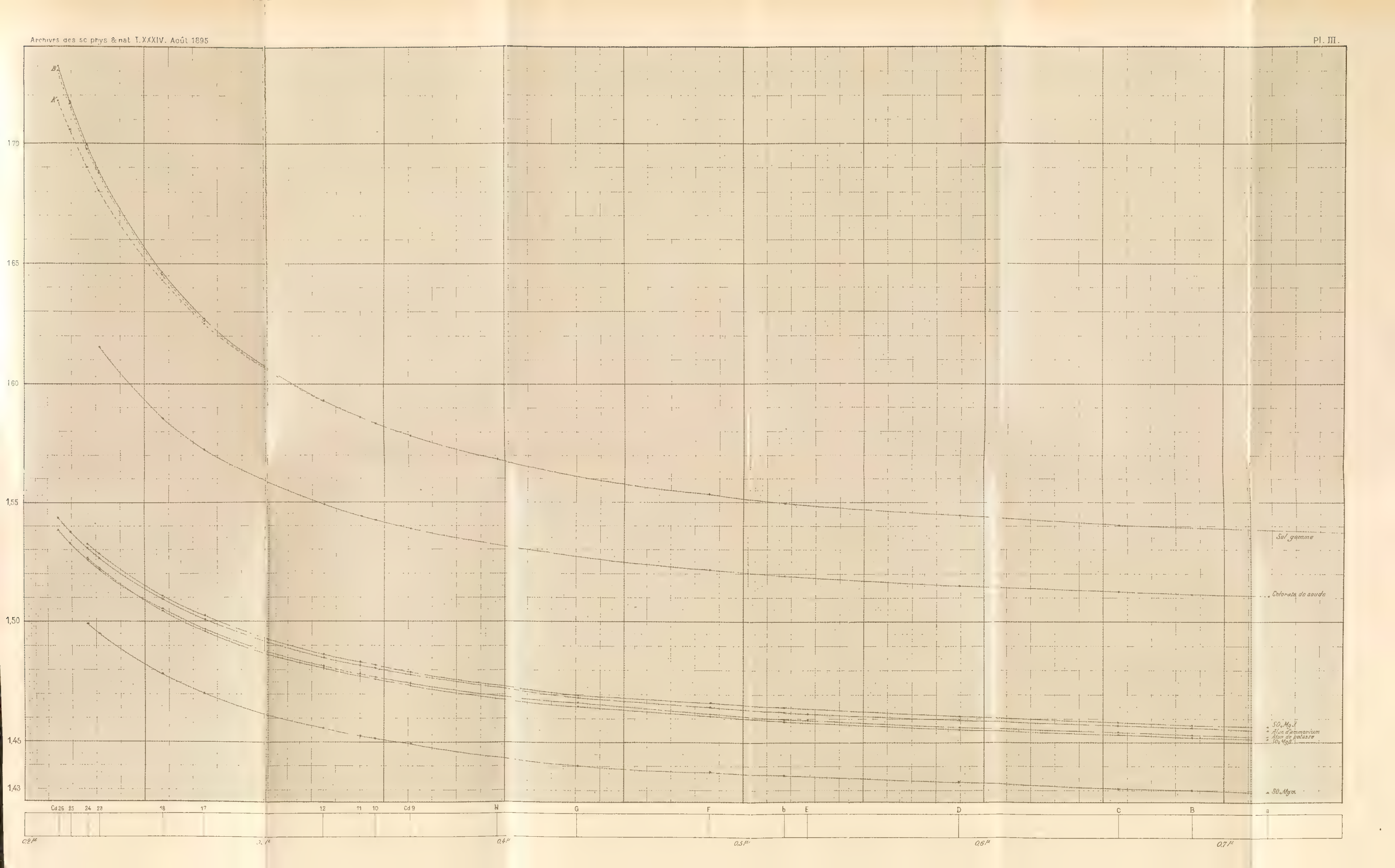
Les seules substances dont les indices dans l'ultra-violet aient été déterminés sont : le quartz, le spath d'islande, le spath fluor, le sel gemme, le chlorate de soude, quelques verres et quelques liquides.

Les déterminations dans la partie la plus réfrangible du spectre ayant une grande importance pour la vérification des formules de dispersion, je me suis proposé de déterminer :

1. Les indices de quelques substances monoréfringentes pour les principales raies ultra-violettes du cadmium ;

2. Les indices d'un corps biréfringent à deux axes optiques, le sulfate de magnésie, pour ces mêmes raies ;

3. Les indices du sulfate de magnésie pour les raies visibles du spectre solaire.



B
K
1,70
1,65
1,60
1,55
1,50
1,45
1,43
Sel gemme
Chlorate de soude
SO₄Mg γ
Alun d'ammonium
Alun de potasse
SO₄Mg β
SO₄Mg α
Cd 26 25 24 23
18
17
12
11
10
Cd 9
H
G
F
b
E
D
C
B
a
0,2 µ
0,3 µ
0,4 µ
0,5 µ
0,6 µ
0,7 µ

J'ai entrepris ces recherches sous la bienveillante direction de M. le professeur Charles Soret; qu'il me soit permis de lui exprimer ici ma profonde reconnaissance pour les précieux conseils qu'il m'a donnés pendant le cours de ce travail.

PREMIÈRE PARTIE

Les radiations ultra-violettes ne sont pas directement visibles pour nous; mais on peut étudier leur réfraction par deux procédés différents. Le premier utilise la propriété qu'elles ont d'impressionner les plaques sensibles employées en photographie. On remplace l'oculaire ordinaire de la lunette par une petite chambre noire et la plaque sensible est amenée au foyer de l'objectif. — Le second procédé consiste dans l'emploi de l'oculaire fluorescent de J.-L. Soret[1], où le réticule est remplacé par une mince couche d'un corps fluorescent, qui devient lumineuse là où elle est frappée par les rayons ultra-violets.

L'oculaire fluorescent est très commode à cause de la simplicité de son emploi : les mesures se font exactement comme avec l'oculaire ordinaire dans le spectre visible.

La méthode photographique a l'inconvénient d'être plus compliquée. On opère pour ainsi dire *en aveugle*, la plaque sensible doit être exposée pendant un temps plus ou moins long suivant la transparence de la substance, puis développée et fixée par les procédés ordinaires de la photographie, enfin étudiée et mesurée au microscope.

[1] *Arch. des Sc. phys. et nat.* 1874 XLIX 338 — 1876. LVII. 319 — 1880. IV, 510.

Malgré ces manipulations un peu longues, j'ai préféré ce procédé à l'autre, à cause de sa grande sensibilité. On peut en effet, en faisant une pose de quelques minutes, obtenir une image encore très nette d'une raie, qui serait difficilement visible à l'oculaire fluorescent.

APPAREILS

Je me suis servi d'un goniomètre ordinaire à lunette et collimateur, avec cercle divisé en sixièmes de degré, et permettant d'évaluer les dix secondes au vernier fixé à la lunette. Un vernier fixé à la pièce qui porte le prisme permet d'en déterminer la position. Les prismes sont placés sur un appareil de réglage adopté actuellement par un grand nombre de constructeurs[1]; il est composé de quatre chariots superposés, dont deux permettent un déplacement du cristal suivant deux droites rectangulaires, et servent ainsi au centrage; les deux autres placés au dessus servent au réglage proprement dit, en inclinant le cristal dans deux plans verticaux rectangulaires entre eux.

La lunette et le collimateur sont munis de très bonnes lentilles achromatiques quartz-spath fluor, grâce auxquelles il suffit de mettre exactement au point pour le spectre visible pour obtenir encore nettement les raies les plus réfrangibles du cadmium. Les tirages sont à crémaillère avec une division et un vernier donnant le dixième de millimètre.

On peut diminuer la largeur du spectre en couvrant une partie de la fente du collimateur au moyen de six petits volets, mobiles autour d'une charnière parallèle à cette fente.

[1] Voir : Groth. *Physikalische Krystallographie,* Leipzig, 1885.

La petite chambre photographique qui remplace l'oculaire ordinaire est représentée schématiquement dans la figure ci-jointe. Elle se compose d'un cadre rectangulaire (A) fixé à un tube (B) qui entre exactement dans le tirage de la lunette (L). Ce cadre qui reçoit la plaque photographique (P) est fermé par un couvercle (C) dont le ressort (D) presse la plaque contre l'ouverture du



tube. Une lame métallique élastique (R) tient lieu de réticule et appuie sur la couche sensible. Un petit index (I) qui vient s'engager dans une encoche (E) du tube de la lunette permet de placer la chambre toujours dans la même position.

Pour le réglage, la mise au point et les mesures avec la lumière du sodium, la plaque photographique est remplacée par une plaque de verre et le couvercle, par une pièce identique percée d'une ouverture qui livre passage à un oculaire. On se trouve ainsi exactement dans les mêmes conditions que lors des mesures dans l'ultraviolet.

Un thermomètre, dont les points fixes ont été vérifiés à plusieurs reprises, était placé tout près du prisme.

Les lectures au cercle divisé étaient facilitées par l'emploi d'une lampe électrique de petite dimension.

La machine à diviser qui a servi à l'étude des clichés est munie d'un bon microscope fixe ; le chariot porte un

petit cadre de bois où l'on place les clichés que l'on éclaire par dessous au moyen d'un miroir incliné.

MÉTHODE D'OBSERVATION

La principale cause d'erreur dans la méthode du prisme est due au dépointement que la courbure des faces conduit à faire subir à la lunette. Elle a été signalée par M. Voigt[1] et par M. Cornu[2] qui en a donné la théorie et calculé les formules de correction. C'est sous la forme un peu plus commode que leur a donnée M. Carvallo[3] que je les ai appliquées.

La lunette et le collimateur étant réglés pour l'infini et le prisme réglé et centré suivant les procédés ordinaires, je plaçais son arête réfringente du côté du collimateur et mesurais le double de l'angle, en pointant successivement les images réfléchies à gauche et à droite. Mais la courbure inévitable des faces rend un dépointement de la lunette nécessaire. Comme l'axe du pinceau de rayons réfléchis ne correspond pas avec l'axe de la lunette, ce dépointement amène un déplacement latéral de l'image dans le champ. On mesure ainsi un angle trop grand ou trop petit suivant que la face est concave ou convexe. M. Cornu a démontré qu'il suffit de partager le dépointement entre le collimateur et la lunette pour annuler cette cause d'erreur. J'ai toujours pris la moyenne des dépointements observés sur chaque face et l'ai partagée entre le collimateur et la lunette. Si la différence entre les dépointements était trop considérable, je repolissais la face la plus défectueuse.

[1] *Zeitschrift f. Krystallographie*, 1880, V, 113.
[2] *Annales de l'Ecole Normale*, 1880 (2) IX.
[3] Carvallo. *Thèse*. Paris, 1890, p. 77 et sq.

Dans la mesure du minimum de déviation, l'axe de la lunette ne coïncide pas non plus avec l'axe du faisceau de rayons réfractés; l'image est donc aussi déplacée dans le champ si l'on fait varier le tirage de la lunette. L'erreur qui en résulte ne peut pas être éliminée par une répartition du dépointement. On peut la calculer au moyen des formules données par M. Cornu et M. Carvallo : mais il est plus commode de la faire disparaître en déplaçant le prisme parallèlement à lui-même dans la direction de son plan bissecteur, de telle manière que l'axe de la lunette coïncide avec l'axe du pinceau de rayons réfractés. Aucun dépointement n'amène alors de déplacement de l'image.

On peut changer la position du prisme par tâtonnement, mais il est préférable de calculer le déplacement à effectuer au moyen de la formule donnée par M. Carvallo[1] :

$$\text{Déplacement : } e = p.n \frac{\sin \frac{\varphi}{2}}{\cos \frac{\delta}{2}}$$

Où p est la distance d'une face au centre du goniomètre, n l'indice de la raie étudiée, δ la déviation correspondante, et φ l'angle du prisme.

Comme la quantité e varie peu pour les différentes raies, je l'ai calculée une seule fois pour chaque prisme, soit pour la raie D soit pour la raie $Cd.9$. Dans le réglage j'avais eu soin de faire coïncider le plan bissecteur du prisme avec la direction de glissement d'un des charriots inférieurs de l'appareil de réglage. Pour décentrer le

[1] Carvallo, loc. cit., p. 92.

prisme, je plaçais tout près une règle divisée en millimètres, et mesurais le déplacement au moyen d'un viseur, pour éviter la parallaxe.

Après avoir vérifié si l'arète du prisme était restée parallèle à l'axe de rotation, je mesurais l'angle de déviation minimum pour la lumière du sodium par la méthode de la double déviation en notant à chaque pointé la position correspondante du prisme.

J'explorais ensuite le spectre ultra-violet dévié à gauche en employant le même procédé que M. Mascart[1]. Il consiste à faire une série de clichés en déplaçant chaque fois la lunette d'une quantité inférieure à l'étendue photographiée sur un cliché, et en plaçant le prisme au minimum de déviation pour le milieu du champ. Ces conditions sont faciles à remplir puisqu'on a déterminé la position du minimum pour la raie D. La largeur de mes clichés étant d'environ 2°20′ je déplaçais chaque fois la lunette de 2° et le prisme de 1°. Deux clichés successifs ont ainsi une portion commune.

Dans l'étude micrométrique des clichés, M. Mascart repère chaque raie par rapport à la raie la moins déviée du cliché, qui se trouve aussi sur le cliché précédent. Je n'ai pas pu faire de même, parce que dans la plupart des cas, mes prismes ne me donnaient que les raies principales qui sont souvent séparées de plus de deux degrés : mais j'ai repéré les raies par rapport à l'ombre du réticule.

Les relevés micrométriques ne donnent que des distances relatives en fonction d'une unité arbitraire, dont il faut déterminer la valeur angulaire. Cette valeur angu-

[1] *Annales de l'Ecole Normale*, 1864 (1) I et 1867 (1) IV.

laire est d'ailleurs variable avec le tirage de la lunette. On peut la calculer pour différents tirages au moyen des dimensions de la lunette, comme l'a fait M. Cornu. Mais, comme je ne changeais pas le tirage pendant tout une série, j'ai préféré la déterminer expérimentalement.

Utilisant les volets placés devant la fente du collimateur, je photographiais d'abord le spectre dans la partie supérieure du cliché ; puis déplaçant la lunette de six minutes, au moyen de la vis de rappel dont un tour correspond exactement à cet angle, je faisais une seconde pose dans la partie inférieure. J'avais ainsi sur chaque cliché la valeur linéaire de six minutes, et la moyenne de toutes les valeurs analogues d'une même série me servait comme unité de réduction.

La déviation minimum étant ainsi déterminée pour chaque raie, l'indice se calcule aisément par la formule ordinaire :

$$n = \frac{\sin\frac{\delta + \varphi}{2}}{\sin\frac{\varphi}{2}}$$

Si l'on a affaire à un bon prisme qui donne peu de lumière diffuse, les pointés sur les raies deviennent plus faciles, tandis que ceux sur l'ombre du réticule sont très incertains. Pour éviter cette cause d'erreur, et profiter des avantages de la mesure de la double déviation, j'ai fait les mesures définitives au moyen de clichés doubles, en suivant les indications que M. Cornu donne dans son travail sur le spectre ultra-violet du soleil [1].

Une première exploration ayant fait connaître approximativement la déviation minimum δ d'une raie, on

[1] *Annales de l'Ecole Normale*, 1880. (2) IX, p. 68.

place la lunette à gauche à une distance angulaire (δ-α) un peu inférieure à δ ; puis on la transporte à droite à une distance égale (δ-α), le prisme étant placé chaque fois au minimum de déviation pour le milieu du cliché. Si on a fait une pose dans chacune de ces deux positions, on a sur le cliché deux fois la même raie, une fois à gauche du réticule et une fois à droite. La distance $2\alpha'$ qui sépare les deux images doit être ajoutée à la différence des deux positions de la lunette $2(\delta$-$\alpha)$, pour donner le double de la déviation vraie $2\delta' = 2(\delta\text{-}\alpha) + 2\alpha'$.

Tandis que M. Cornu faisait une pose dans la partie supérieure du cliché et une dans la partie inférieure, j'ai fait les deux poses dans la partie supérieure, réservant la partie inférieure pour les raies déplacées de six minutes. Ce déplacement a été effectué, à gauche comme à droite, de manière à diminuer l'angle δ; la distribution très diverse des raies dans les deux parties du cliché permet alors de reconnaître aisément les raies photographiées à droite de celles photographiées à gauche.

Dans l'étude d'un second prisme, je calculais approximativement la déviation pour chaque raie et opérais seulement par clichés doubles.

Comme plaques photographiques, j'ai employé des plaques « Lumière » coupées au diamant en fragments de 2 cm. $\times$ 4 cm. La pose durait en général de 1 à 3 minutes ; cependant pour des raies très réfrangibles telles que C*d* 26 dans l'étude du sel gemme, j'ai posé jusqu'à dix minutes.

Cristaux

Pour faire varier les conditions d'expérience, j'ai étudié autant que possible des prismes de provenances, de

dimensions et d'angles différents. Ils ont tous été taillés à la lime, puis polis à la main sur une plaque de verre dépolie un peu humectée en commençant.

Il n'y a rien de particulier à dire sur la taille des cristaux monoréfringents ; quant aux précautions spéciales à prendre pour l'orientation des prismes de sulfate de magnésie, je les ai décrites dans la troisième partie de ce travail.

Tableaux

Dans les tableaux des indices j'ai inscrit toutes les valeurs que j'ai obtenues, en mettant entre parenthèses celles qui proviennent de mesures incertaines ou d'erreurs de lecture évidentes. Je n'ai pas tenu compte de ces chiffres dans les moyennes ; j'ai également laissé de côté tous les chiffres de la première série de chaque tableau, qui ont été obtenus par déviation simple. Cependant j'ai tenu compte du chiffre pour la raie D puisqu'il a été obtenu par double déviation.

La première colonne contient quelques indications sommaires sur les prismes; la deuxième contient les indices pour la raie D, déterminés au moyen de l'oculaire ordinaire; la température correspondante est la moyenne de toutes les températures lues pendant la mesure. Les colonnes suivantes donnent les indices pour les raies du cadmium 9, 10, 11, ..., la température indiquée est la moyenne des deux lectures avant et après la pose. Les raies qui n'ont pas d'indications de température ont été photographiées sur les mêmes clichés que la raie précédente, par conséquent à la même température.

Pour les substances pour lesquelles la variation des indices avec la température est connue, j'ai ramené tous

les indices à une même température, avant d'en prendre la moyenne.

DEUXIÈME PARTIE

SEL GEMME

Les indices du sel gemme ont été déterminés pour le spectre visible et pour les radiations infra-rouges jusqu'à $\lambda = 5^{\mu},3$ par M. Langley[1] et dernièrement jusqu'à $\lambda = 8,9\ \mu$ par M. Rubens[2]. C'est le corps le plus transparent que nous connaissions, pour les grandes longueurs d'ondes. Il était donc intéressant d'étudier jusqu'à quel point il laisse passer les radiations ultra-violettes, et d'en mesurer les indices pour ces radiations. Je ne savais pas que cette étude eut déjà été faite. et quand, dans le cours de ce travail j'ai eu connaissance des chiffres de M. Joubin[3], une grande différence entre ses mesures et les miennes pour la raie *Cd* 18 m'a engagé à continuer mes recherches avec plus de précautions, en observant avec soin la température, car d'après M. Stéfan les indices du sel gemme diminuent de 0,0000371 lorsque la température s'élève d'un degré.

Presque toutes les mesures ont été faites sur un gros prisme d'environ $5^{cm.3}$, $\varphi = 52°42'$. Dans certains cas de polissage défectueux, j'ai couvert chaque face d'un diaphragme de papier noir. La VIe série a été mesurée sur un prisme plus petit $0,5^{cm.3}$ $\varphi = 59°21'$. Ce n'est qu'à partir de la IVe série que j'ai effectué le réglage du

[1] *Annales de Chimie*, 1886 (6), IX, p. 492.
[2] *Wiedemann's*, *Ann.* 1894 LIII, p. 267.
[3] *Ann. de Chim. et Phys.* 1889 (6) XVI, p. 135.

prisme exactement comme je l'ai indiqué dans la première partie. Dans les séries I, II et III le dépointement a toujours été partagé entre la lunette et le collimateur, mais le prisme a été déplacé par tâtonnement.

Pour me rendre compte de l'effet du déplacement du prisme, j'ai mesuré deux fois la déviation pour la raie D avec le même polissage du cristal : 1° Le cristal étant centré j'ai observé la déviation $\delta_D = 33° 49' 54''$; en ajoutant 59'', correction provenant du dépointement qu'on a fait subir à la lunette, on obtient $\delta'_D = 33° 50' 53''$. 2° Après avoir déplacé le prisme j'ai mesuré directement $\delta''_D = 33' 50' 56''$. Le déplacement du prisme produit donc une correction appréciable.

Avant le calcul de la moyenne, chaque indice inscrit dans le tableau suivant a été ramené à la température de 15°, au moyen du cœfficient $\Delta_n = -0,0000371$.

Tableau I.

SEL GEMME

	D		9		10	11	12	17		18		23		24	25		26	
I			1.577 8	10°	1.583 3	1.586 0	1.593 4	1.626 8	10°	1.646 4		1.688 2	10°	1.699 4				
II			1.578 95	10	1.583 58	1.586 76		1.627 41	10	1.646 33		1.688 75	10	1.699 38				
III	1.544 29	17°	1.578 45	12	1.583 75	1.586 14	1.592 90	1.627 05	12 5	1.646 26	12 5	1.688 36	15	1.698 73				
	1.544 47	15 8																
	1.544 45	14 9																
IV	1.544 53	14 5	1.578 62	16	1.583 79	1.586 30	1.593 16	1 627 00	16	1.646 36	16	1.688 65	16	1.699 09				
V	1.544 41	15	1.578 51	13 7	1.583 75	1.586 29	1.593 18	1.627 01	14 8	1.646 23	15 3	1.688 24	16	[1.697 76]				
												1.688 11	15 5	1.699 63				
												1.688 14	15	1.698 99				
VI	1.544 35	16 6	1.578 51	17	1.583 65	1.586 12	1.592 98	1.626 96	16 6	1.646 05	16	1.688 44	16	1.699 11	1.717 01	16°	1.732 12	15 5
															1.717 04	17 5	1.732 14	17 2
Moyenne à 15°	1.544 43		1.578 55		1.583 65	1.586 27	1.593 04	1.627 04		1.646 24		1.688 37		1.699 14	1.717 09		1.732 16	

D'après les mesures de M. Langley, M. Carvallo[1] a cherché à exprimer la dispersion du sel gemme au moyen des formules de Briot et de Ketteler. Il est arrivé aux constantes suivantes :

pour la formule de Briot : $\frac{1}{n^2} = a + bl^{-2} + cl^2$

$a = +0,429373 \quad b = -0,0014616 \quad c = +0,000371$

et pour la formule de Ketteler $n^2 = a^2 - k\lambda^2 + \frac{D\lambda^2_m}{\lambda^2 - \lambda^2_m}$

$K = 0,000\,858\,0 \qquad D = 1,1410$

$a^2 = 2,328\,83 \qquad \lambda^2_m = 0,01621$

Il a calculé ensuite au moyen de chaque formule les indices pour les raies ultra-violettes du cadmium. Elles sont transcrites dans les colonnes 3 et 4 du tableau II. Les colonnes suivantes indiquent les différences : *observé moins calculé*, pour chaque formule et pour chaque observateur.

[1] Carvallo, *Thèse*, Paris, 1890, p. 40.

Tableau II.

SEL GEMME

	M. Joubin observé.	G. A. B. observé.	Briot calculé.	Ketteler calculé.	M. Joubin. obs-calc. Briot	M. Joubin. obs-calc. Ketteler.	G. A. B. obs-calc. Briot.	G. A. B. obs-calc. Ketteler.
Raies D		1.544 43	1.544 12	1.544 13			+ 31	+ 30
9	1.578 77	1.578 55	1.578 32	1.578 3	+ 45	+ 47	+ 23	+ 25
10	1.583 91	1.583 65	1.583 40	1.583 3	+ 51	+ 61	+ 25	+ 35
11	1.586 41	1.586 27	1.585 91	1.585 8	+ 50	+ 61	+ 36	+ 47
12	1.593 30	1.593 04	1.592 72	1.592 5	+ 58	+ 80	+ 32	+ 54
17	1.627 90	1.627 04	1.626 47	1.625 1	+ 143	+ 270	+ 57	+ 194
18	1.648 70	1.646 24	1.645 47	1.643 0	+ 313	+ 570	+ 77	+ 324
23	1.688 55	1.688 37	1.686 82	1.680 8	+ 173	+ 775	+ 155	+ 857
24	1.699 00	1.699 14	1.697 36	1.690 0	+ 164	+ 900	+ 178	+ 914
25		1.717 09	1.715 43	1.705 4			+ 166	+ 1169
26		1.732 16	1.730 34	1.717 6			+ 182	+ 1456

Si l'on tient compte de ce que presque toutes les mesures de M. Langley ont été faites à 24° tandis que les miennes l'ont été a 15°, on peut admettre que la formule de Briot représente encore très bien la dispersion jusqu'à la raie 12; en effet, pour ramener à la température de 24° les indices que j'ai obtenus, il suffit de les diminuer de 33 unités de la cinquième décimale. Au-delà de la raie 12, les deux formules de dispersion donnent des indices trop faibles; mais la formule de Briot à trois termes s'écarte moins de l'observation que celle de Ketteler qui en a quatre. (Voir Planche III.)

L'accord avec les chiffres de M. Joubin serait probablement meilleur si on ramenait les deux séries d'observations à une même température; malheureusement cet auteur n'a pas indiqué la température à laquelle il a opéré. Pour l'indice de la raie 18, mes mesures donnent toutes la valeur 1,646; ce chiffre porté sur le graphique paraît meilleur que 1,648 de M. Joubin; dans le tableau II, les différences *obs. — calc :* varient d'une manière plus régulière avec le premier de ces indices qu'avec le second.

CHLORATE DE SOUDE

M. Dussaud [1] a déterminé les indices du chlorate de soude depuis la raie *a* de Frauenhofer jusqu'à la raie *Cd* 18; mais il fait remarquer que l'indice qu'il a obtenu pour *Cd* 12 conduirait à attribuer à cette raie la longueur d'onde 0,μ329 tandis que MM. Sarasin, Cornu, Hartley et Bell [2] lui donnent la valeur 0,μ 325. Cet auteur, qui se

[1] *Arch. des sc. phys. et nat.* 1892, XXVII, p. 380, 512.
[2] *Arch. des sc. phys. et nat.*, 1887, XVII, p. 321.

servait de l'oculaire fluorescent, ajoute qu'il n'a jamais réussi à voir cette raie bien nettement. J'ai donc entrepris de déterminer à nouveau les indices du chlorate de soude ; j'espérais en outre étudier des radiations plus réfrangibles que *Cd* 18. Les prismes étudiés, ont été taillés sous des angles variant entre 46° et 67° ; trois d'entre eux ne dépassaient pas 0, 2^{cm^3}, le n° 3 mesurait environ 1, 5^{cm^3}.

Tableau III.

ClO_3Na.

Prismes.		D		9		10	11	12	17		18		23	
N° 1*a*. 67°6′	I	1.515 12	21°8	1.538 8	19°5	1.542 7	1.544 4	1 549 6	1.572 2	19°5	1.586 0		1.615 2	19°5
1*b*. 67 16	II	1.515 25	19	1.539 28	17 5	1.542 87	1.544 56	1.549 32	1.572 78	17 8	1.586 03	18°		
2. 57 16	III	1.515 14	18 7	1.539 09	18 5	1.542 75	1.544 54	1.549 31	1.572 79	18 3	1.586 19	18 2	[1.610 04]	18
3. 58 49	IV	1.515 28	19 7	1.539 16	19 5	1.542 75	1.544 49	1.549 32	1.572 72	19 7	1.586 03		1.615 78	19 7
4. 46 40	V	1.515 17	19 9	1.539 21	19	1.542 84	1.544 55	1.549 36	1.572 60	19	1.586 07		1.615 92	19
Moyenne	à 19°	1.515 23		1.539 17		1.542 78	1.544 52	1.549 31	1.572 71		1.586 07		1.615 86	
	à 23°	1.515 00		1.538 94		1.542 55	1.544 29	1.549 08	1.572 48		1.585 84			
M. Dussaud	à 23°	1.514 98		1.538 83		1.542 42	1.544 21	1.547 00	1.572 03		1.585 00			

Le chiffre obtenu pour la raie 12 s'écarte passablement de celui de M. Dussaud, mais reporté sur un graphique (Planche III) il satisfait à la longueur d'onde $0\mu,325$. Cherchant à expliquer cette différence, j'ai trouvé sur deux clichés une raie étendue et peu nette, d'indice 1,5467 environ, qui paraît due à une impureté du cadmium. Elle aurait été assez forte lors des expériences de M. Dussaud pour voiler la raie 12, qui est du reste plus faible que les raies voisines 11 et 17.

ALUN D'ALUMINE ET POTASSE

Les indices de cet alun ont été déterminés pour les radiations visibles par M. C. Soret[1] au moyen de son réfractomètre.

a	B	C	D	E	*b*	F	G
1,452 26	1,45303	1,45398	1,45645[2]	1,45934	1,45996	1,46181	1,46609

Pour les mesures dans l'ultra-violet, j'ai employé quatre prismes, dont trois de très petites dimensions. Seul le n° 2 mesurait environ 1,5 $^{cm^3}$. Avec le prisme n° 3, j'ai fait deux séries à des températures différentes, pour me rendre compte de l'influence de la température sur l'indice. L'indice paraît diminuer d'environ une unité de la cinquième décimale lorsque la température monte d'un degré. Il ne m'a malheureusement pas été possi-

[1] *Archives*, 1884, (3) XII, p. 576.

[2] La différence entre ce chiffre et celui que j'ai obtenu par la méthode du prisme, provient, de ce que les deux séries n'ont pas été faites à la même température. En outre, avec cette substance, M. Soret a toujours observé dans le réfractomètre une *corde* au bord du *rideau* sombre, ce qui a pour effet, d'après ses recherches subséquentes, de donner des indices trop forts.

ble de faire plusieurs séries semblables pour déterminer cette variation avec une plus grande approximation.

Tableau IV.

ALUN D'ALUMINE ET AMMONIUM

Les indices de cet alun ont été également déterminés pour les différentes raies de Frauenhofer, par M. C. Soret[1].

Trois petits prisme d'environ $0{,}3^{cm^3}$ m'ont donné les chiffres suivants :

Tableau V.

[1] *Archives*, 1884, XII, p. 571.

Tableau IV.

$K_2\ Al_2\ 4\ SO_4 + 24\ H_2\ O$.

Prismes.	D		9		10	11	12	17		18	23		24	25		26
1*a*.5 3°54′	1.456 37	16°2	1.474 4	16°7	1.476 8	1.478 0	1.481 1	1.496 9	16°	1.504 4	1.522 3	15°8	1.526 1	(1.534 2)	15°5	(1.539 1)
1*b*. 50 20	1.456 37	16 6	1.474 44	15 8	1.476 92	1.478 15	1.481 36	1.496 85	15 5	1.505 06	1.522 13	15 5	1.525 73	(1.534 18)	15	(1.539 62)
2. 63 19	1.456 20	18 2	1.474.35	15	1.476 91	1.478 14	1.481 46	1.496 77	16	1.505 13	1.522 09	16 2	1.526 17			
3. 56 10	1.456 19	15 3	1.474 30	16 7	1.476 83	1.478 08	1.481 36	(1.497 37)	16 4	(1.505 70)	1.522 04	15 9	1.526 12	1.532 80	15	1.538 17
														1.532 83	17	1.538 28
3.			1.474 45	1	1.477 02	1.478 26	1 481 59	1.496 81	2 5	1.505 20	1.522 18	4	1.526 34	1.532 88	5	1.538 40
4.	1.456 17	16	1.474 26	16	1.476 86	1.478 10	1.481 47	1.496 58	16	1.505 18	1.522 02	15 9	1.526 39	1.532 69	15 8	1.538 15
Moyennes.	1.456 26	16 4	1.474 36	13	1.476 91	1 478 14	1.481 45	1.496 75	12 5	1.505 14	1.522 09	13 5	1.526 15	1.532.80	13 2	1.538 25

TABLEAU V.

$(NH_4)_2\ Al_2\ 4\ SO_4 + 24\ H_2O.$

Prismes.	D		9		10	11	12	17		18	23		24	25		26
1. 59° 41,			1.477 5	21°	1.480 4	1.482 7	1.485 2	1.500 4	21°	1.509 6	1.528 7	21° 2	1.531 2	1.538 0	21° 2	1.543 5
1.	1.459 38	22°	1.477 97	22	1.480 11	1.481 75	1.485 07	1.500 93	21 3	1.509 38	1.526 77	21	1.530 95	1.537 82	21 2	1.543 41
2 51 10	1.459 32	20 7	1.478 07	19 8	1.480 66	1.481 91	1.484 84	1.501 16	20	1.509 60	1.526 99	19	1.531 23	1.537 89	19 2	1.543 26
3. 64 14	1.459 35	18	1.477 94	17	1.480 51	1.481 75	1.485 10	1.500 78	17	1.509 31	1.526 77	17 2	1.531 00	1.537 75	17 3	1.543 79
Moyennes.	1.459 35	20 2	1.477 99	19 6	1.480 43	1.481 80	1.485 00	1.500 96	19 4	1.509 43	1.526 84	19 1	1.531 06	1.537 82	19 1	1.543 49

Comme l'indice obtenu pour la raie D diffère très peu de celui donné par M. Soret (1,45939), j'ai réuni les deux séries de déterminations et ai calculé les constantes de la formule de Briot en interpolant suivant la méthode de Cauchy[1]. Comme longueurs d'ondes, j'ai pris les valeurs données par Angström pour le spectre visible, et par M. Cornu pour l'ultra-violet.

$$\frac{1}{n} = a + bl^{-2} + cl^2 + dl^4 \qquad l = \frac{\lambda}{n}$$

$$a = +0{,}474'016 \qquad b = -0{,}0009790$$

$$c = +0{,}009'665'3 \qquad d = -0{,}00000139$$

Le tableau suivant donne les indices observés, les indices calculés par la formule de Briot et les différences *observé-calculé.*

[1] Carvallo, loc cit, p. 14.

TABLEAU VI.

	N observé.	N calculé.	Diff. obs.-calc.
a	1.455 09	1.455 05	+ 0,000 04
B	1.455 99	1.455 96	+ 3
C	1.456 93	1.456 92	+ 1
D	1.459 37	1.459 37	0
E	1.462 34	1.462 32	+ 2
b	1.462 88	1.462 85	+ 3
F	1.464 81	1.464 78	+ 3
G	1.469 23	1.469 21	+ 2
9	1.477 99	1.477 99	0
10	1.480 43	1.480 52	— 9
11	1,481 80	1.481 77	+ 3
12	1.485 00	1.485 12	— 12
17	1.500 96	1.500 94	+ 2
18	1.509 43	1.509 37	+ 6
23	1.526 84	1.526 82	+ 2
24	1.531 06	1.531 03	+ 3
25	1.537 82	1.537 94	— 12
26	1 543 49	1.543 52	— 3

(A suivre.)

RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE

DE L'ANNÉE 1894

POUR

GENÈVE ET LE GRAND SAINT-BERNARD

PAR

A. KAMMERMANN

Astronome à l'Observatoire de Genève.

1° *Observations générales.*

Les observations météorologiques ont continué comme par le passé à l'Observatoire de Genève; les observations directes se sont faites de trois en trois heures à partir de 7 h. du matin jusqu'à 10 h. du soir. Une observation supplémentaire a eu lieu comme précédemment à 9 h. du soir pour rattacher Genève au reste du réseau suisse, où les observations se font à 7 h. du matin, à 1 h. et 9 h. du soir. Cette dernière observation n'est du reste pas utilisée dans le résumé annuel; mais elle rend de réels services au Bureau météorologique central de Zurich.

Il n'est peut-être pas inutile de rappeler ici la liste des instruments utilisés à l'Observatoire de Genève pour le service météorologique.

Les lectures directes se font pour la pression atmosphérique au baromètre normal de Noblet dont le vernier fournit directement le $^1/_{20}$ de millimètre. La lecture di-

recte permet donc d'obtenir la hauteur barométrique à $0^{mm},02$ près. Ce baromètre a été réparé au mois de septembre 1892 et sa correction a été trouvée de + $0^{mm},43$. Il est muni de deux thermomètres dont l'un plonge dans la cuvette barométrique et dont l'autre donne la température extérieure au sommet de l'instrument. Ces deux thermomètres ont les corrections respectives de — 0°,4 et de — 0°,8.

D'après le dernier nivellement de précision opéré par M. le Dr J. Hilfiker en 1893, l'extrémité de la pointe d'ivoire qui plonge dans la cuvette barométrique se trouvait à $31^{m},374$ au-dessus du repère fondamental suisse de la Pierre du Niton. Ce dernier étant lui-même à l'altitude de $376^{m},860$, il s'en suit que la hauteur de la pointe d'ivoire du baromètre de l'Observatoire de Genève est de $408^{m},234$ au-dessus du niveau de la mer.

Les lectures directes du baromètre normal sont complétées par deux baromètres enregistreurs, dont l'un anéroïde construit par Hipp ne fournit la pression que toutes les heures. C'est celui qui est habituellement employé pour compléter le cycle des observations tri-horaires durant la nuit, ainsi que pour obtenir les minima et les maxima de la pression atmosphérique. Ses constantes, celle de la base et celle de l'amplification, sont soigneusement contrôlées chaque mois.

Le second baromètre enregistreur est de Redier[1] ; il est à mercure et fournit un enregistrement continu. Son amplification est de 4 $^1/_2$ fois et l'étude de ses courbes promet de fournir de très intéressants détails non seulement sur la marche du baromètre avant un orage, ou pendant

[1] Ce baromètre ne porte aucun numéro de construction.

et après celui-ci, mais surtout sur la corrélation qui existe entre les seiches et la marche du baromètre, et par suite entre les premières et les coups de vent combinés avec des averses torrentielles. Nous aurons probablement l'occasion de faire de ce sujet une étude spéciale plus tard.

Le zéro de ces deux baromètres est placé à quelques centimètres près à la même hauteur que celui du baromètre normal. Mais comme ils ne servent que comme instruments d'interpolation, cette petite différence n'a aucune importance.

Le psychromètre normal est constitué par deux thermomètres de F. Jerak à Prague, ne portant aucun numéro de fabrication. Ils sont tous deux du même type, divisés en $^1/_5$ de degré et la lecture se fait aisément à 0°,05 près. Ils sont placés au NE de l'Observatoire, au bord d'une petite colline descendant en pente assez rapide vers le Nord et sont installés dans une large cage complètement ouverte au Nord et protégée de tous les autres côtés par un système de doubles jalousies en bois contre toute influence perturbatrice. L'air circule très largement, et les diverses causes de rayonnement n'ont qu'une influence minime, 0°,3 au maximum, sur les indications ainsi qu'il résulte d'une étude comparative de ces thermomètres normaux et d'un psychromètre à aspiration d'Assmann placé à proximité. Nous ne parlons ici que de la température absolue de l'air et non du thermomètre à boule mouillée dont les écarts peuvent être bien plus considérables.

Ces thermomètres sont toujours contrôlés au moins une fois par an ; mais ils datent de si longtemps que le déplacement du zéro n'a plus lieu. Le thermomètre à boule sèche a une correction de — 0°,1 et celui à boule mouil-

lée de — 0°,3. Ce dernier est endommagé dans son enveloppe de verre extérieure; on a été obligé de le coller et de le cimenter, ce qui nécessitera son remplacement sous peu. Mais comme le thermomètre proprement dit, c'est-à-dire l'intérieur, n'a aucun mal, il peut encore fonctionner sans aucun préjudice pour l'exactitude des observations.

Dans la même cage se trouvent deux thermomètres, l'un à minima et l'autre à maxima, tous deux de Tonnelot à Paris. La correction est nulle pour les deux. Ils sont doublés chacun d'un thermométrographe analogue, mais de construction moins soignée, et cela afin d'avoir un contrôle approximatif dans les cas de dérangements produits par le vent ou par une autre cause fortuite.

Les observations de 1 h. et de 4 h. du matin pour la température et le degré d'humidité sont obtenues à Genève par deux moyens différents. Une cage adjacente à celle des thermomètres ordinaires et de même construction renferme trois paires de thermomètres à renversement de Negretti et Zambra, chaque paire formant un psychromètre. A 10 h., 1 h. et 4 h., une pendule électrique de Hipp, qui actionne déjà le barographe du même constructeur, lance un courant dans un électro-aimant commandant les thermomètres de Negretti; chaque fois que le courant passe, un des psychromètres déclanche et fournit par la rupture de la colonne de mercure les indications des thermomètres à boule sèche et à boule mouillée. Ce fait se produit ainsi six fois par jour; toutefois on n'utilise réellement que les deux données de la nuit, les autres servant à contrôler les thermomètres à renversement. Malheureusement, il arrive assez souvent que la rupture de la colonne de mercure ne se fait pas constamment au même

endroit, ce qui fait rejeter certaines observations et inspire moins de confiance pour les autres. On n'accorde donc qu'un poids moindre aux indications de ces thermomètres pour en donner davantage aux deux instruments enregistreurs de MM. Richard frères.

L'un est un thermomètre à enregistrement continu dont nous n'avons en général qu'à nous louer, et l'autre un hygromètre dont les indications sont déjà beaucoup plus sujettes à caution.

La combinaison de ces différentes données nous fournissent les valeurs les plus probables pour la température et l'humidité à 1 h. et à 4 h. du matin.

La direction du vent et son intensité sont obtenues de deux manières différentes : 1° au moyen de la simple girouette et de l'estimation de la force d'après la demi-échelle de Beaufort allant de 0 à 6 et 2° au moyen de l'anémomètre enregistreur de Richard frères. Ce dernier a en général bien fonctionné durant l'année 1894.

La quantité de pluie est toujours fournie par l'ancien pluviomètre à grande surface de l'Observatoire, mais la durée est prise sur le pluviomètre enregistreur d'Usteri et Reinacher, ce dernier fournissant en outre des données très intéressantes sur les particularités des chutes d'eau. Sauf les inconvénients déjà signalés dans le résumé météorologique de l'année dernière, il a fonctionné normalement. Il en est de même de celui que M. Marc Micheli a installé dans sa propriété, le château du Crest, à Jussy.

En 1883, le Bureau météorologique central de Zurich avait installé un réseau de cinq stations pluviométriques dans le canton; ces diverses stations étaient toutes tombées en désuétude, sauf celle d'Athenaz, où M. le régent

J.-J. Decor avait vaillamment continué ses observations. Dans le premier semestre de l'année 1894, l'Observatoire s'occupa de réorganiser ces stations.

M. Ph. Plantamour mesurait déjà depuis nombre d'années la quantité d'eau tombée et il a bien voulu nous communiquer ses résultats, comme il le fait du reste avec la plus grande obligeance pour ses observations limnimétriques et les minima de nuit de la température.

A Satigny (Peissy), M. Yaux, régent secondaire, s'est chargé des observations pluviomètriques pendant les mois d'avril, mai et juin; l'état de sa santé ne lui permettant pas de continuer, la station a été transférée dans la même commune à Bourdigny-dessus, dans la campagne de M. E. Sautter, où M. J. Vernay lui voue tous ses soins.

Enfin, en mai 1894, trois nouvelles stations ont été installées à Cologny, Céligny et Compesières où elles ont parfaitement fonctionné grâce au zèle et au dévouement de MM. R. Gautier, Directeur de l'Observatoire, Ch. Pesson et Ch. Raymond, régents secondaires.

Nous adressons les meilleurs remerciements à ces Messieurs pour le zèle désintéressé qu'ils mettent dans leurs observations.

Les accumulateurs de Marly, qui servent en partie pour le service météorologique : marche de la petite pendule Hipp, du barographe du même constructeur, des thermomètres à renversement de Negretti et Zambra, ainsi que pour l'éclairage électrique des thermomètres aux observations de nuit, ont continué à fonctionner à notre entière satisfaction.

Les observations météorologiques ont été faites au Saint-Bernard par les religieux avec le même zèle que par le passé. Nous avions formulé le souhait de voir cette im-

portante station, qui possède une fort longue série d'observations météorologiques, être dotée d'une série d'instruments enregistreurs. Nous regrettons que l'année 1894 se soit passée sans que ces vœux se soient réalisés et nous craignons même qu'il n'en soit de même en 1895. Différentes circonstances se sont mises au travers de ce projet, que nous espérons cependant voir réalisé en 1896. Cette installation coïnciderait alors avec la construction d'un nouvel annexe de l'Hospice qui sera probablement achevé à ce moment. M. le Prévôt Bourgeois, ainsi que M. le Prieur Frossard sont entièrement disposés à faciliter en tout cette nouvelle installation.

Les observations de la température au Saint-Bernard ont eu lieu aux mêmes heures qu'à Genève, soit de 3 heures en 3 heures à partir de 7 h. du matin jusqu'à 10 h. du soir, sauf en ce qui concerne la première observation du matin. Pendant les sept premiers mois de l'année météorologique 1894, soit jusqu'au mois de juin inclusivement, la première observation s'est faite à 7 h. du matin. Puis, au mois de juillet, elle a eu lieu à 6 h. du matin, et enfin pendant tout le reste de l'année à 5 h. du matin. Ces changements dans l'heure de l'observation sont en partie atténués par le mode d'interpolation graphique que nous avons exposés dans le résumé météorologique de l'année 1884 ; cette méthode fournit en effet une valeur approchée de la température moyenne vraie à 7 h. du matin, ainsi que des températures de 1 h. et de 4 h. du matin. Ces changements n'en sont pas moins très fâcheux par le fait que l'unité qui relie les autres stations suisses pour cette observation matinale est rompue et que les comparaisons journalières ne peuvent plus être faites à ce moment.

Les observations barométriques faites au Saint-Bernard ont été complétées par les données fournies par le barographe de Hottinger. Les moyennes des huit observations tri-horaires ont été regardées comme moyennes diurnes.

Les valeurs normales des différents éléments météorologiques sont empruntées pour Genève aux « Nouvelles études sur le climat de Genève, » par E. Plantamour. Elles sont les moyennes des 50 années d'observation de 1826 à 1875. Les valeurs normales pour le Grand Saint-Bernard sont formées par les moyennes des 27 années, de 1841 à 1867.

*L'heure de l'Europe centrale a été introduite en Suisse à partir du 1er juin 1894; elle est en avance de 35 minutes sur le temps moyen de Genève. Ce changement ne pouvait concerner les instants des observations météorologiques qui ont été faites comme par le passé à l'*heure locale*, qui est la* seule indiquée. *Pour la transformer en temps civil, il faudra donc ajouter 35 minutes aux observations genevoises et 30 minutes à celles du Grand Saint-Bernard.*

2° *Température.*

L'année météorologique, qui s'étend de décembre à novembre, a été maintenue dans le résumé actuel. Ce résumé ayant en vue une étude climatologique, il semble préférable de réunir les mois par saisons au lieu de s'en tenir à l'année civile. Toutefois une exception a été faite pour le tableau qui donne la température de cinq en cinq jours. La température moyenne de l'année civile à Genève est exactement la même que celle de l'année météorologique, les mois de décembre 1893 et 1894 ayant à 0°,01 la même température, soit de + 0°,87 et de + 0°,88.

Au Saint-Bernard, la température de l'année civile est

de 0°,05 inférieure à celle de l'année météorologique; décembre 1893 a comme température moyenne — 7°,28 et le même mois de l'année 1894 — 7°,94.

Les tableaux suivants donnent pour Genève la température de trois en trois heures à partir de 1 h. du matin. Le tableau des températures pour le Grand Saint-Bernard fournit les observations de trois heures en trois heures à partir de 7 h. du matin jusqu'à 10 h. du soir. Un dernier tableau donne les écarts entre la température de chaque mois et les moyennes précitées.

L'année 1894 continue la série chaude inaugurée par l'année 1892; sa température moyenne est de + 9°,72, soit 0°,38 supérieure à la normale. Cet écart dépasse légèrement, de 0°,05, l'écart probable annuel calculé pour les 50 années 1826 à 1875. L'année 1894 a été relativement plus chaude au Saint-Bernard, où l'écart positif est de + 0°,65.

Pendant qu'au Saint-Bernard, les quatre saisons présentent toutes un écart positif, on voit qu'à Genève l'été seul a été un peu plus froid que la normale, mais d'une quantité faible : — 0°,15. Le printemps et l'automne présentent même des écarts positifs supérieurs à l'écart probable. On rencontre à Genève sept mois plus chauds que la moyenne; les autres : janvier, mai, juin, août et septembre présentent des écarts négatifs qui rentrent encore dans les limites de l'écart probable. Par contre, mars, avril et novembre ont des écarts positifs dépassant les écarts probables calculés pour la série des 50 années d'observation de 1826 à 1875.

Avril présente le plus fort écart positif : + 2°,13; le mois de mars avait déjà un fort écart positif, ce qui a contribué à mettre la végétation en avance. On pouvait craindre des gelées blanches en mai; il n'en a heureusement

rien été, quoique ce mois fût plus froid que la normale et que des menaces très sérieuses eussent eu lieu pendant ce mois. Nous trouvons en effet de la nouvelle neige sur le Jura les 10, 12, 27, 28 et 29 mai ; à cette dernière date elle était même tombée sur le Salève. Une nouvelle chute de neige avait même lieu sur le Salève, de la Croisette aux Pitons, le 12 juin. Les nuages ont heureusement empêché le rayonnement nocturne de se produire complètement, sans quoi nous aurions eu de grands désastres à signaler.

Le mois le plus froid de l'année est habituellement celui de janvier avec une température moyenne de — 0°,08 ; c'est aussi le plus froid de l'année 1894, où il présente une température encore inférieure, soit — 0°,49. La température moyenne du mois le plus chaud, juillet, est de + 18°,81 ; en 1894 elle était de + 19°,15, soit un peu supérieure à la normale

La marche générale de la température au Saint-Bernard a été sensiblement la même que celle observée à Genève ; tous les signes des écarts concordent, sauf pour les mois d'août et d'octobre ; le premier a été au-dessus de la normale à la montagne et au-dessous dans la plaine, et inversément pour le second. Les différences relatives de température entre Genève et le Grand Saint-Bernard ont été inférieures à 1°, sauf pour les mois de février et d'octobre. Dans le premier de ces mois la température était plus froide dans la plaine qu'à la montagne de — 1°,24 et dans le dernier plus chaude de + 1°,08. Il n'y a du reste que quatre mois, ceux de janvier, avril, septembre et octobre, pour lesquels il ait fait relativement plus froid à la montagne qu'à la plaine, ce qui entraîne des écarts négatifs pour l'hiver, le printemps et l'été, ainsi que pour l'année entière.

TEMPÉRATURE A GENÈVE 1894.

ÉPOQUE	1 h.m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Température moyenne	Minimum moyen	Maximum moyen
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Déc. 1893.	+ 0,23	− 0,25	− 0,31	+ 0,68	+ 2,68	+ 2,27	+ 1,18	+ 0,47	+ 0,87	− 1,69	+ 3,52
Janv. 1894	− 1,59	− 1,75	− 2,02	− 0,54	+ 1,53	+ 1,22	− 0,07	− 0,66	− 0,49	− 3,34	+ 2,72
Février . .	+ 0,55	− 0,39	− 0,79	+ 2,87	+ 6,09	+ 6,13	+ 3,49	+ 1,79	+ 2,47	− 1,81	+ 7,81
Mars . . .	+ 3,52	+ 2,17	+ 2,21	+ 6,88	+ 9,33	+ 9,63	+ 7,48	+ 5,10	+ 5,79	+ 0,91	+11,28
Avril . . .	+ 8,41	+ 7,27	+ 8,01	+12,08	+14,79	+15,56	+12,66	+10,05	+11,10	+ 6,22	+16,77
Mai	+10,39	+ 9,47	+11,11	+13,48	+15,46	+15,91	+13,67	+11,63	+12,64	+ 8,65	+17,47
Juin. . . .	+12,77	+11,64	+14,52	+17,55	+19,82	+20,16	+17,96	+15,34	+16,22	+10,89	+21.58
Juillet. . .	+15,65	+14,38	+17,69	+20,69	+22,38	+23,74	+20,92	+17,75	+19,15	+13,78	+24,94
Août . . .	+14,14	+13,01	+15,41	+19,77	+21,65	+21,84	+19,43	+16,26	+17,69	+12,05	+23,59
Septembre	+11,83	+11,03	+11,61	+15,85	+17,49	+17,67	+14,54	+12,54	+14,07	+10,01	+19,48
Octobre. .	+ 8,67	+ 7,94	+ 7,65	+11,43	+14,04	+13,52	+11,07	+ 9,60	+10,49	+ 6,74	+15,44
Novembre	+ 5,53	+ 5,13	+ 4,93	+ 6,56	+ 7,80	+ 7,46	+ 6,42	+ 5,88	+ 6,21	+ 3,77	+ 9,09
Hiver . . .	− 0,30	− 0,81	− 1,05	+ 0,94	+ 3,35	+ 3,11	+ 1,47	+ 0,49	+ 0,90	− 2,30	+ 4,58
Printemps	+ 7,43	+ 6,29	+ 7,10	+10,80	+13,18	+13,68	+11,25	+ 8,91	+ 9,83	+ 5,25	+15,16
Été	+14,20	+13,02	+15,89	+19,35	+21,30	+21,93	+19,45	+16,46	+17,70	+12,25	+23.39
Automne .	+ 8,68	+ 8,03	+ 8,05	+11,28	+13,12	+12,89	+10,68	+ 9,34	+10,26	+ 6,84	+14,68
Année . .	+ 7,54	+ 6,67	+ 7,54	+10,64	+12,79	+12,96	+10,76	+ 8,85	+ 9,72	+ 5,55	+14,51

TEMPÉRATURE AU SAINT-BERNARD, 1894.

ÉPOQUE.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Température moyenne.
	°	°	°	°	°	°	°
Décembre 1893.	− 8,16	− 6,98	− 5,72	− 6,99	− 7,37	− 7,48	− 7,28
Janvier 1894 . .	−10,31	− 9,23	− 7,62	− 8,91	− 9,53	− 9,97	− 9,56
Février	− 7,47	− 5,70	− 3,88	− 5,09	− 6,92	− 7,46	− 6,50
Mars	− 6,93	− 4,46	− 2,76	− 3,05	− 5,88	− 6,57	− 5,46
Avril	− 2,00	+ 0,04	+ 1,34	+ 1,02	− 1,41	− 2,26	− 1,15
Mai	− 0,46	+ 2,40	+ 3,12	+ 2,17	− 0,11	− 1,01	+ 0,29
Juin	+ 2,89	+ 5,38	+ 6,96	+ 5,42	+ 3,81	+ 2,46	+ 3,65
Juillet	+ 5,69	+ 9,00	+10,34	+ 9,33	+ 7,40	+ 5,71	+ 6,95
Août	+ 5,34	+ 7,96	+ 9,58	+ 8,84	+ 7,08	+ 5,71	+ 6,60
Septembre . . .	+ 1,70	+ 3,41	+ 4,45	+ 4,05	+ 2,55	+ 1,56	+ 2,51
Octobre	− 2,31	− 0,50	+ 1,26	+ 0,48	− 0,67	− 1,48	− 0,95
Novembre . . .	− 3,16	− 2,04	− 0,86	− 1,92	− 2,87	− 3,55	− 2,75
Hiver	− 8,69	− 7,36	− 5,80	− 7,06	− 7,98	− 8,33	− 7,82
Printemps . . .	− 3,14	− 0,68	+ 0,56	+ 0,03	− 2,47	− 3,29	− 2,12
Été	+ 4,66	+ 7,46	+ 8,98	+ 7,89	+ 6,12	+ 4,65	+ 5,76
Automne	− 1,27	+ 0,28	+ 1,61	+ 0,87	− 0,33	− 1,16	− 0,41
Année	− 2,07	− 0,03	+ 1,38	+ 0,47	− 1,13	− 2,00	− 1,11

ÉPOQUE.	ÉCARTS. Température. Genève.	Température. Saint-Bernard.	Différence entre les deux stations
	°	°	°
Décembre 1893 .	+0,07	+0,31	−0,24
Janvier 1894. . . .	−0,41	−0,52	+0,11
Février	+0,87	+2,11	−1,24
Mars	+1,19	+1,86	−0,67
Avril.	+2,13	+2,12	+0,01
Mai	−0,56	−0,22	−0,34
Juin.	−0,59	−0,44	−0,15
Juillet	+0,34	+0,79	−0,45
Août	−0,22	+0,62	−0,84
Septembre.	−0,59	−0,81	+0,22
Octobre.	+0,61	−0,47	+1,08
Novembre.	+1,66	+2,55	−0,89
Hiver.	+0,15	+0,58	−0,43
Printemps.	+0,91	+1,24	−0,33
Été.	−0,15	+0,34	−0,49
Automne	+0,56	+0,41	+0,15
Année.	+0,38	+0,65	−0,27

Les tableaux suivants renferment, sous la même forme que dans les résumés antérieurs, les résultats principaux que l'on peut déduire de la température moyenne des 24 heures au point de vue des anomalies et de la variabilité de la température.

A Genève, le jour le plus froid, — 11°,51 tombe sur le 4 janvier 1894, et le jour le plus chaud, + 24°,18, sur le 25 juillet, ce qui donne une amplitude d'oscillation de la température de 35°,69 entre le jour le plus froid et le plus chaud de l'année.

Le plus fort écart négatif de température — 11°,23 coïncide avec le jour le plus froid de l'année, soit le 4 janvier; mais il est curieux de constater que le plus fort écart positif de l'année, + 8°,31, n'ait eu lieu que quelques jours après, soit le 18 janvier. La température moyenne du 4 janvier était de —11°,51, tandis qu'elle s'élevait le 18 janvier à + 8°,11. Pendant ce court intervalle de 14 jours, les deux extrêmes de température ont été de — 12°,8 et de + 12°,2, soit une différence de 25°.

La différence entre le mois le plus froid et le mois le plus chaud, janvier et juillet, ainsi que nous l'avons vu, s'élève à 19°,64, soit un peu plus que l'amplitude normale, qui est de 18°,89.

Au Saint-Bernard, la date du jour le plus froid de l'année, — 18°,05, coïncide avec la date correspondante de la plaine; mais le jour le plus chaud, + 14°,42, tombe sur le 25 août 1894. La différence entre ces deux températures moyennes diurnes extrêmes est de 32°,47.

Le plus fort écart négatif, — 9°,35, tombe aussi au Saint-Bernard sur la date du jour le plus froid de l'année, soit le 4 janvier. Le plus fort écart positif s'est produit le 9 février; il est de + 10°,49.

Les mois extrêmes comme température au Grand-Saint-Bernard sont aussi ceux de janvier, — 9°,56, et de juillet, + 6°,95. L'amplitude de l'oscillation de la température entre ces deux mois extrêmes est de 16°,51, soit d'environ 1° supérieure à l'amplitude normale qui est de 15°,20.

La température moyenne diurne est restée constamment au-dessous de 0° au Saint-Bernard jusqu'au 8 février seulement; les 8 et 9 de ce mois elle s'est élevée à + 0°,79 et + 1°,52. Pendant les mois d'été la température du jour s'est abaissée huit fois au-dessous de 0°, soit sept fois en juin et une fois en août.

On rencontre parfois des jours dans le courant de l'année pour lesquels la température moyenne diurne est plus élevée dans la station de la montagne que dans celle de la plaine. Ce fait se produit exclusivement pendant les mois froids, alors que la plaine est plongée ou recouverte d'un fort brouillard, tandis que le soleil resplendit à la montagne. Ce renversement de température pour la moyenne diurne ne s'est pas produit en 1894 et l'on ne rencontre que deux jours, le 18 décembre 1893 et le 11 janvier, pour lesquels il a eu lieu pendant une petite partie de la journée. Le maximum de ces dates était au Saint-Bernard de + 0°,6 et de + 1°,9, tandis qu'à Genève il n'était que de + 0°,1 et + 1°,4.

GENÈVE, 1894.

ÉPOQUE	NOMBRE DE JOURS								Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	très froids	froids		tempérés		chauds		très chauds		
	−12° à −5°	−5° à 0°	0° à +5°	+5° à +10°	+10° à +15°	+15° à +20°	+20° à +25°	+25° à +30°		
Déc. 1893 .	—	10	19	2	—	—	—	—	− 4°,67 le 31	+ 7°,64 le 14
Janv. 1894.	5	11	14	1	—	—	—	—	−11,51 le 4	+ 8,11 le 18
Février. . .	—	7	15	6	—	—	—	—	− 3,71 le 19	+ 9,01 le 11
Mars. . . .	—	—	13	16	2	—	—	—	+ 2,11 le 15	+10,49 le 12
Avril. . . .	—	—	—	11	18	1	—	—	+ 7,10 le 29	+16,20 le 26
Mai	—	—	—	6	19	6	—	—	+ 7,24 le 27	+18,06 le 18
Juin	—	—	—	3	8	15	4	—	+ 9,33 le 13	+21,69 le 24
Juillet . . .	—	—	—	—	1	19	11	—	+14,55 le 14	+24,18 le 25
Août	—	—	—	—	4	21	6	—	+12,78 le 18	+21,91 le 24
Septembre.	—	—	—	2	19	7	2	—	+ 8,42 le 30	+21,14 le 2
Octobre . .	—	—	2	9	20	—	—	—	+ 4,51 le 17	+14,32 le 23
Novembre .	—	—	10	18	2	—	—	—	+ 0,39 le 29	+12,51 le 12
Année . . .	5	28	73	74	93	69	23	—	−11°,51 le 4 janv. 1894	+24°,18 le 25 juillet 1894.

GENÈVE, 1894. — TEMPÉRATURE.

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécut.	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
Déc. 1893 . .	16	15	4	±2°,38	– 4°,49 le 31	+ 6°,80 le 14	±1°,63	– 4°,78 le 22	+ 6°,42 le 20
Janvier 1894.	14	17	7	3,01	–11,23 le 4	+ 8,31 le 18	2,13	– 5,53 le 3	+ 5,25 le 17
Février . . .	10	18	6	2,95	– 5,64 le 19	+ 7,81 le 11	1,80	– 4,06 les 13 et 14	+ 4,07 le 11
Mars	14	17	10	2,22	– 2,89 le 19	+ 6,45 le 4	1,57	– 5,58 le 14	+ 6,74 le 9
Avril	6	24	7	2,82	– 3,67 le 29	+ 5,86 le 26	1,30	– 5,61 le 27	+ 2,73 le 15
Mai	18	13	8	2,23	– 7,46 le 27	+ 4,66 le 17	1,43	– 4,31 le 27	+ 3,14 les 15 et 16
Juin.	16	14	7	2,66	– 7,38 le 13	+ 5,83 le 5	1,75	– 4,60 le 12	+ 3,84 le 10
Juillet. . . .	16	15	7	2,09	– 4,24 le 14	+ 5,29 le 25	1,56	– 5,47 le 26	+ 2,63 le 21
Août	17	14	9	2,34	– 5,11 le 18	+ 4,69 le 28	1,57	– 3,34 le 3	+ 3,68 le 2
Septembre .	16	14	3	2,66	– 6,03 le 10	+ 4,66 le 2	1,31	– 2,86 le 14	+ 3,13 le 1
Octobre . . .	13	18	5	2,70	– 5,14 le 17	+ 5,75 le 23	1,42	– 3,10 le 15	+ 6,09 le 19
Novembre. .	10	20	5	2,25	– 2,12 le 29	+ 7,44 le 12	1,39	– 5,50 le 13	+ 4,34 le 15
Année . . .	166	199	78	±2,52	–11,23 le 4 janvier 1894.	+ 8.31 le 18 janvier 1894.	±1,57	– 5°,61 le 27 avril 1894.	+ 6°,74 le 9 mars 1894.

SAINT-BERNARD, 1894.

ÉPOQUE	Nombre de jours dont la température est comprise entre								Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	-20° et -15	-15° et -10	-10° et -5	-5° et 0	0° et +5	+5° et +10	+10° et +15	+15° et +20		
Décembre 1893.	1	4	22	4	—	—	—	—	-16°,24 le 30	-0°,54 le 17
Janvier 1894 . .	4	7	18	2	—	—	—	—	-18,05 le 4	-3,50 le 11
Février	—	7	11	8	2	—	—	—	-14,84 le 14	+1,52 le 9
Mars	—	8	7	14	2	—	—	—	-11,70 le 15	+0,65 le 11
Avril	—	—	2	17	11	—	—	—	-5,64 le 28	+1,89 le 25
Mai.	—	—	1	12	15	3	—	—	-6,13 le 27	+5,60 le 17
Juin	—	—	—	7	10	12	1	—	-4,56 le 12	+11,11 le 5
Juillet	—	—	—	—	9	17	5	—	+2,31 les 15 et 31	+11,71 le 25
Août	—	—	—	2	9	15	5	—	-0,03 le 17	+14,42 le 25
Septembre . . .	—	—	1	5	16	7	1	—	-7.35 le 30	+11,43 le 2
Octobre.	—	—	3	12	16	—	—	—	-8,83 le 15	+1,77 les 11 et 26
Novembre . . .	—	3	3	18	6	—	—	—	-10,90 le 25	+2,65 le 2
Année	5	29	68	101	96	54	12	—	-18°,05 le 4 janvier 1894.	+14°,42 le 25 août 1894.

SAINT-BERNARD, 1894, — TEMPÉRATURE.

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
Déc. 1893 *	13	17	9	± 2°,19	− 7°,71 le 30	+ 6°,75 le 16	± 1°,79	− 4°,29 le 30	+ 6°,10 le 31
Janv. 1894.	16	15	11	2,89	− 9,35 le 4	+ 5,39 le 11	2,03	− 5,88 le 29	+ 5,16 le 30
Février . .	9	19	8	3,98	− 5,99 le 14	+10,49 le 9	2,70	−10,32 le 13	+ 6,87 le 2
Mars. . . .	14	17	5	4,01	− 4,47 le 15	+ 8,43 le 2	2,05	− 9,00 le 5	+ 9,23 le 8
Avril. . . .	4	26	4	3,15	− 3,79 le 28	+ 6,25 le 8	1,22	− 4,50 le 28	+ 3,52 le 1
Mai	18	13	8	2,44	− 8,20 le 27	+ 4,80 le 17	2,23	− 7,09 le 27	+ 6,36 le 14
Juin	14	16	5	3,56	− 8,41 le 12	+ 7,99 le 5	2,26	− 6,41 le 7	+ 3,62 le 4
Juillet . . .	12	19	9	2.44	− 4,10 le 31	+ 5,34 le 25	1,92	− 6,91 le 26	+ 4,19 le 17
Août. . . .	15	16	9	3,47	− 6,07 le 17	+ 8,82 le 25	2,34	− 4,49 le 17	+ 7,13 le 5
Septembre.	18	12	5	3,14	− 9,01 le 30	+ 6,44 le 2	2,44	− 4,64 le 29	+ 9,08 le 12
Octobre . .	13	18	5	2,64	− 8,23 le 15	+ 4,05 le 26	1,68	− 9,83 le 15	+ 5,43 le 19
Novembre .	6	24	4	3,37	− 4,77 le 25	+ 6,25 le 20	1,69	− 5,09 le 25	+ 7,42 le 10
Année . . .	152	212	82	± 3°,10	−9°,35 le 4 janv. 1894.	+10°,49 le 9 févr. 1894.	± 2°,02	−10°,32 le 13 févr. 1894	+ 9°,23 le 8 mars 1894.

* L'écart a été nul le 22 décembre 1893.

On a relevé pour Genève la température moyenne de cinq en cinq jours pour l'année civile, du 1er janvier au 31 décembre 1894, en inscrivant à côté l'écart, soit la différence avec le chiffre moyen calculé par la formule déduite des cinquante années de 1826 à 1875. Lorsque l'écart observé dépasse les limites de l'écart probable et constitue ainsi une anomalie, le chiffre est mis entre parenthèses.

Sur les 73 pentades, on en trouve 43 avec le signe + et 30 avec le signe —, en ce qui concerne l'écart. Sur les 43 écarts positifs, 22 dépassent les limites de l'écart probable. La plus longue période de chaleur relative comprend 8 pentades consécutives avec le signe + et s'étend du 18 octobre au 26 novembre. Viennent ensuite une période de 7 pentades, du 11 janvier au 14 février, et une autre de 6 pentades consécutives, du 27 mars au 16 avril.

Sur les 30 pentades ayant des écarts négatifs, 15 ont été particulièrement froides, ou en d'autres termes ont présenté des écarts dépassant les limites de l'écart probable. La plus longue période de froid relatif comprend 5 pentades consécutives, savoir celles du 30 juillet au 23 août.

Le plus fort écart positif, + 4°,86, tombe sur la période du 6 au 10 avril, et le plus fort écart négatif, — 6°,92, sur celle du 1er au 5 janvier.

Le plus fort abaissement de température, — 6°,44, a eu lieu entre la 9e et la 10e pentade; ensuite vient un abaissement de température de — 6°,08 entre la 54e et la 55e pentade. La plus forte élévation de température, + 6°,66, a eu lieu entre la 11e et la 12e pentade, soit à 5 jours seulement de distance du plus fort refroidisse-

ment, Puis vient une élévation de température de + 5°,10, entre la 27e et la 28e pentade.

La période du 5 au 9 juillet donne le chiffre le plus él vé pour la température d'une pentade, soit + 21°,79, et celle du 1er au 5 janvier la valeur la plus basse, — 7°,18. La différence entre ces deux périodes extrêmes est donc de 28°,97.

Le minimum absolu enregistré à Genève au thermomé-trographe est de — 12°,8 le 4 janvier, valeur de 2°,0 inférieure au minimum théorique absolu de l'année, qui est de — 10°,8. Le maximum absolu de l'année 1894 est de + 30°,3, enregistré les 6 et 7 juillet ; il est de 1°,3 inférieur au maximum théorique absolu de l'année calculé par E. Plantamour. La différence entre les deux températures extrêmes de l'année météorologique 1894 est donc de 43°,1 ; dans une année normale elle est de 42°,4. La différence est très faible.

La dernière gelée blanche à glace, c'est-à-dire la date où le minimum s'est abaissé pour la dernière fois au-dessous de 0°, a eu lieu le 30 mars. Le minimum marquait ce jour-là — 0°,4. La date moyenne de la dernière gelée à glace du printemps est le 19 avril, avec un écart moyen de ± 12 jours. On voit qu'en 1894 cette époque a été avancée de 20 jours. La dernière gelée blanche ordinaire, produite par le rayonnement nocturne alors que la température de l'air est encore supérieure à 0°, a eu lieu peu de jours après, soit le 4 avril. Le minimum était ce jour-là de + 2°,5.

La première gelée blanche de l'automne a été une gelée à glace ; elle a eu lieu le 16 octobre et le minimum s'est abaissé à — 1°,5. La date moyenne de la première gelée blanche à glace est le 29 octobre, avec un

écart moyen de ± 10 jours. En 1894 cette date était avancée de 13 jours.

Au Saint-Bernard, le minimum absolu de température pendant l'année 1894, — 19°,3, a eu lieu le 4 janvier et le maximum absolu, + 18°,8, le 25 août. L'amplitude entre les deux températures extrêmes observées dans cette station est donc de 38°,1.

1894. Température de 5 en 5 jours, à Genève.

Date	Tempé-rature moy.	Diffé-rence avec la formule	Date	Tempé-rature moy.	Diffé-rence avec la formule
	°	°		°	°
1– 5 Janvier	− 7,18	(−6,92)	30– 4 Juillet	+20,23	(+1,95)
6–10 id.	− 3,01	(−2,69)	5– 9 id.	+21,79	(+3,25)
11–15 id.	+ 0,34	+0,63	10–14 id.	+17,12	−1,61
16–20 id.	+ 3,22	(+3,42)	15–19 id.	+17,27	−1,57
21–25 id.	+ 2,19	+2,21	20–24 id.	+19,54	+0,65
26–30 id.	+ 0,74	+0,54	25–29 id.	+19,59	+0,73
31– 4 Février	+ 3,06	(+2,55)	30– 3 Août	+17,53	−1,23
5– 9 id.	+ 2,25	+1,37	4– 8 id.	+17,38	−1,20
10–14 id.	+ 5,24	(+3,95)	9–13 id.	+16,12	(−2,22)
15–19 id.	− 0,75	(−2,49)	14–18 id.	+16,25	(−1,78)
20–24 id.	− 0,64	(−2,87)	19–23 id.	+17,10	−0,54
25– 1 Mars	+ 6,55	(+3,79)	24–28 id.	+21,10	(+3,89)
2– 6 id.	+ 5,61	(+2,29)	29– 2 Septemb.	+19,53	(+2,83)
7–11 id.	+ 7,13	(+3,23)	3– 7 id.	+15,07	−1,07
12–16 id.	+ 6,06	+1,55	8–12 id.	+10,86	(−4,66)
17–21 id.	+ 3,13	(−2,00)	13–17 id.	+12,84	(−2,01)
22–26 id.	+ 5,39	−0,38	18–22 id.	+14,26	+0,13
27–31 id.	+ 7,37	+0,94	23–27 id.	+16,51	(+3,14)
1– 5 Avril	+10,01	(+2,91)	28– 2 Octobre	+10,03	(−2,94)
6–10 id.	+12,65	(+4,86)	3– 7 id.	+10,14	(−1,60)
11–15 id.	+12,29	(+3,80)	8–12 id.	+11,48	+0,60
16–20 id.	+10,22	+1,02	13–17 id.	+ 7,71	(−2,30)
21–25 id.	+11,10	+1,20	18–22 id.	+11,61	(+2,50)
26–30 id.	+10,34	−0,29	23–27 id.	+12,91	(+4,70)
1– 5 Mai	+10,22	−1,13	28– 1 Novemb.	+ 8,98	(+1,65)
6–10 id.	+12,70	+0,63	2– 6 id.	+ 7,95	+1,51
11–15 id.	+11,54	−1,24	7–11 id.	+ 7,96	(+2,39)
16–20 id.	+17,35	(+3,86)	12–16 id.	+ 8,17	(+3,42)
21–25 id.	+14,19	+0,02	17–21 id.	+ 7,28	(+3,33)
26–30 id.	+10,23	(−4,60)	22–26 id.	+ 3,56	+0,36
31– 4 Juin	+15,39	−0,06	27– 1 Décemb.	+ 1,54	−0,97
5– 9 id.	+16,29	+0,24	2– 6 id.	+ 2,82	+0,94
10–14 id.	+12,04	(−4,57)	7–11 id.	+ 1,45	+0,13
15–19 id.	+14,40	(−2,71)	12–16 id.	− 0,66	−1,50
20–24 id.	+18,42	+0,86	17–21 id.	+ 3,44	(+3,00)
25–29 id.	+19,15	+1,19	22–26 id.	− 1,05	−1,18
			27–31 id.	− 1,12	−1,01

GENÈVE, 1894. — Indications des thermométrographes.

ÉPOQUE.	Minimum absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.	Nombre de jours: Minimum au-dessous de 0°.	Nombre de jours: Maximum au-dessous de 0°.
	°		°			
Déc. 1893 ..	— 6,7	le 31	+11,9	le 20	27	5
Janv. 1894..	—12,8	le 4	+12,2	le 18	24	9
Février.....	— 6,6	les 21 et 22	+16,3	le 28	19	1
Mars........	— 3,1	le 8	+17,8	le 13	11	0
Avril........	+ 2,4	le 2	+23,2	le 11	0	0
Mai.........	+ 3,6	le 6	+23,8	le 17	0	0
Juin	+ 5,2	le 1	+29,1	le 24	0	0
Juillet......	+ 8,6	le 20	+30,3	les 6 et 7	0	0
Août........	+ 6,2	le 19	+30,1	le 24	0	0
Septembre ..	+ 3,6	le 10	+30,0	le 1	0	0
Octobre.....	— 1,5	le 16	+21,6	le 23	2	0
Novembre...	— 0,7	le 28	+17,2	le 12	3	0
Année......	—12,8	le 4 janv. 1894.	+30,3	les 6 et 7 juil. 1894.	86	15

SAINT-BERNARD, 1894.

Epoque.	Min. absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.
	°		°	
Déc. 1893...	—17,8	le 30	+ 1,6	le 17
Janv. 1894..	—19,3	le 4	+ 1,9	les 11 et 12
Février.....	—17,9	le 15	+ 5,1	le 9
Mars........	—14,9	le 15	+ 5,2	le 11
Avril........	— 7,2	le 29	+ 6,5	le 8
Mai.........	— 8,0	le 27	+10,8	le 18
Juin	— 6,2	le 13	+15,2	le 5
Juillet......	— 0,9	le 20	+16,5	le 25
Août........	— 4,2	le 19	+18,8	le 25
Septembre ..	— 9,5	le 30	+15,2	le 2
Octobre.....	—13,0	le 16	+ 6,2	le 9
Novembre...	—12,6	le 26	+ 7,2	le 2
Année......	—19,3	le 4 janv. 1894.	+18,8	le 25 août 1894.

Température du Rhône en 1894.

ÉPOQUE.	Moyenne.	Ecarts avec la valeur normale.	Minimum.	Maximum.	Différence entre la température de l'eau et celle de l'air.
	°	°	°	°	°
Décembre 1893 . .	+ 6,49	−0,12	+ 4,7 le 30	+ 7,8 le 1	+ 5,62
Janvier 1894 . . .	+ 4,30	−0,81	+ 1,3 le 4	+ 6,0 le 2	+ 4,79
Février	+ 4,80	−0,16	+ 2,7 le 19	+ 5,8 les 12 et 28	+ 2,33
Mars	+ 6,31	+0,19	+ 4,9 le 20	+ 8,2 le 31	+ 0,52
Avril	+10,26	+1,48	+ 8,1 le 18	+ 13,1 le 16	− 0,84
Mai	+11,74	+0,02	+ 8,4 le 29	+ 16,2 le 19	− 0,90
Juin	+14,05	−1,29	+ 7,8 le 14	+ 20,0 le 27	− 2,17
Juillet	+17,78	−0,31	+10,0 le 14	+ 22,0 le 7	− 1,37
Août	+17,37	−1,28	+14.3 les 4 et 22	+ 20,2 le 31	− 0,32
Septembre.	+16,33	−0,74	+12,8 le 11	+ 20,5 le 1	+ 2,26
Octobre	+12,95	−1,03	+10,8 le 30	+ 14,8 le 1	+ 2,46
Novembre	+10,13	+0,50	+ 8,0 le 29	+ 11,8 le 3	+ 3,92
Année	+11,09	−0,25	+ 1,3 le 4 janvier 1894.	+ 22,0 le 7 juillet 1894.	+ 1,37

Température du Rhône en 1894.

ÉPOQUE	Écarts moyens d'un jour	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
		négatifs	positifs		négatifs	positifs
Décemb. 1893 .	±0°,58	— 1°,1 les 6, 7 et 8	+0°,7 les 15, 16, 21, 22 et 28	±0°,30	— 1°,2 le 29	+ 1°,0 le 12
Janvier 1894 .	0,86	— 4,0 le 4	+0,6 les 2 et 20	0,41	— 3,7 le 3	+ 0,8 le 6
Février	0.59	— 2,4 le 19	+0,9 le 12	0,22	- 0,6 le 14	+ 1,1 le 21
Mars	0,56	— 1,5 les 20 et 21	+1,0 les 13 et 31	0,29	— 0,8 le 16	+ 1,0 le 22
Avril.	1,94	— 0,7 les 18 et 23	+4,5 le 16	0,59	— 4,3 le 17	+ 1,8 le 25
Mai	1,88	— 5,1 le 31	+4,0 le 19	0,58	— 1,0 le 29	+ 2,6 le 17
Juin	2,94	— 7,4 le 14	+3,5 le 27	1,08	— 4,7 le 8	+ 2,7 le 16
Juillet	2,92	— 7,9 le 14	+4,6 le 7	1,22	— 5,0 le 12	+ 3,3 le 17
Août.	1,86	— 4,5 le 4	+1,9 le 31	1,03	— 4,4 le 4	+ 2,0 les 7 et 24
Septembre . .	1,31	— 4,8 le 11	+2,2 le 1	0,70	— 4,4 le 5	+ 2,3 le 13
Octobre* . . .	0,87	— 2,6 le 2	—0,1 le 12	0,38	— 1,7 le 2	+ 0,9 le 31
Novembre. . .	0,73	— 1,7 les 14 et 15	+1,1 les 19 et 24	0,40	— 2,6 le 14	+ 1,6 le 17
Année.	±1,43	— 7,9 le 14 juillet 1894.	+ 4,6 le 7 juillet 1894.	±0,60	— 5,0 le 12 juillet 1894.	+ 3,3 le 17 juillet 1894.

* Les écarts du mois d'octobre 1894 sont tous négatifs.

(A suivre.)

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

J. Walter. Sur quelques essais d'oxydation par combustion partielle. (*Journ. f. prakt. Chem.*, 51, p. 107, Bâle).

Jusqu'ici on n'avait qu'un seul exemple de transformation pareille, c'est celle de l'alcool méthylique en formaldéhyde. L'auteur, à l'aide d'une spirale de cuivre, a transformé du toluène en benzaldéhyde. Le rendement est augmenté en enduisant une spirale de platine de vanadate d'ammoniaque, ainsi que par l'emploi du perchlorure de fer. Il n'a pu obtenir l'alcool benzylique, mais il a isolé de l'anthraquinone et, par d'autres méthodes, un mélange de dibenzyle, stilbène et de dicrésyle. Le phénol, dans ces conditions, donne de l'oxyde de diphényle; la diphénylamine donne le carbazol, et la méthyldiphénylamine donne l'acridine.

R. Nietzki et E. Braunschweig. Action des alcalis sur l'o-nitrophénylhydrazine. (*Berichte*, XXVII, p. 3381, Bâle).

Les alcalis réagissent à chaud sur l'o-nitrophénylhydrazine suivant l'équation

$$C_6H_7N_3O_2 = C_6H_5N_3O + H_2O$$

le corps obtenu est l'azimidol, acide fusible à 157°, qui, chauffé avec l'iodure d'éthyle, donne le iodure de diéthylazimidobenzène, qui provient en réalité d'un periodure qui se dissocie spontanément à l'air. Ce iodure a été obtenu synthétiquement en chauffant l'azimidobenzène avec de l'iodure

d'éthyle et de l'éthylate de sodium, il en résulte que l'azimidol doit avoir la constitution

NOH

N

N

Eug. Bamberger et C. Goldschmidt. Sur un stéréoisomère de l'aldoxime cinnamique. (*Berichte*, XXVII, p. 3428, Zurich).

En opérant comme l'a indiqué Dollfus pour préparer l'aldoxime cinnamique, on obtient un mélange des deux isomères, qu'on épuise avec de la ligroïne bouillante ; ce qui reste est la synoxime de Dollfus, ce qui est dissout cristallise en choux-fleurs par évaporation, c'est le nouvel isomère fusible à 64-65°, plus soluble dans l'alcool et l'éther, elle donne, avec l'anhydride acétique, un mélange de deux combinaisons acétylées, l'une paraît identique avec le dérivé acétylé de la synaldoxime de Dollfus, quoiqu'elle fonde 12° plus bas, à 57°, l'autre fond à 35°,5 et constitue l'acétate de l'antioxime. Le premier corps se décompose lorsqu'on le fait bouillir avec l'eau en donnant de l'acide acétique, l'autre est stable ; enfin l'acide chlorhydrique transforme l'isomère anti- en chlorhydrate de l'isomère syn-.

R. Nietzki. Sur les fluorindines (*Berichte*, XXVIII, p. 1357, Bâle).

Dans un mémoire sur ce sujet O. Fischer et Hepp (*Berichte* 28, p. 293) exprimaient leurs regrets que l'auteur n'aie pas admis dans son « Lehrbuch über org. Farbstoffe » la formule de constitution des fluorindines qu'ils ont proposée; l'auteur indique dans le présent mémoire les raisons qui l'ont engagé à ne pas admettre leur manière de voir et réfute quelques-uns de leurs arguments. F. R.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE NEUCHATEL [1]

Séance du 2 mai 1895.

De Tribolet. Le pétrole, l'asphalte et le bitume. — L. Favre. Loi obligeant les communes à démander à l'État l'autorisation d'exploiter leurs blocs erratiques. — H. Ladame Nos ports et nos quais. — Ed. Cornaz. Étymologie du nom d'antimoine.

M. le prof. de Tribolet analyse le dernier ouvrage du regretté A. Jaccard sur *le pétrole, l'asphalte et le bitume.* Dans ce livre M. Jaccard tend à établir la thèse de l'origine purement organique des hydrocarbures : asphalte, pétrole, gaz naturels, etc. Cette thèse paraît trop exclusive à M. de

[1] L'auteur de ce compte rendu nous adresse la note suivante : « En vous parlant dans mon dernier compte rendu (*Archives*, t. XXXIII, p. 589) de la découverte invraisemblable d'une *Alca torda* dans notre pays je l'avais fait sur la foi de l'auteur de la communication, homme compétent en ces matières et supposant que nos ornithologistes avaient eu le temps d'y exercer leur sens critique. Il paraît qu'il n'en était rien et qu'il pourrait bieu ne s'agir que d'un vulgaire *Mergus minor*. Pour diverses raisons, la lumière se fait lentement sur ce singulier... canard de pingouin. »

Tribolet qui pense que Jaccard a trop peu tenu compte de certains gisements, entre autres de ceux des contrées volcaniques et de ceux du terrain primitif.

L'opinion de M. de Tribolet est que la nature arrive souvent par plusieurs voies aux mêmes fins et que, si dans bien des cas l'origine organique des hydrocarbures paraît probable, il en est d'autres dans lesquels la balance penche plutôt pour l'origine interne.

M. le prof. L. FAVRE parle de la loi récemment votée par le Grand Conseil par laquelle les communes seront dorénavant obligées de demander à l'Etat l'autorisation d'exploiter leurs blocs erratiques Il est à désirer que cette loi sauve d'une destruction certaine les blocs intéressants de notre canton.

Mentionnons pour mémoire une communication de M. H. LADAME Ing., sur « Nos ports et nos quais » et une autre de M. le Dr Ed. CORNAZ sur l'étymologie du nom d'antimoine.

Séance du 16 mai.

Léon Du Pasquier. Observations relatives aux changements de dimensions des glaciers.

M. Léon DU PASQUIER rend compte de l'organisation actuelle des *observations relatives aux changements de dimensions des glaciers* de la Suisse. Après avoir été pendant longtemps laissées à l'initiative privée, ces observations revêtent actuellement un caractère plus officiel en ce que, depuis 1893, elles sont faites en grande partie par les agents forestiers de la Confédération et sous la surveillance de M. l'inspecteur en chef Coaz.

La « Commission des glaciers » de la Société helvétique des Sciences naturelles, créée pour présider à la continuation des travaux d'étude du glacier du Rhône, s'occupera en outre de dépouiller et de centraliser tous les documents relatifs aux variations glaciaires actuelles, M. F. A. Forel qui fait ce

travail depuis une quinzaine d'années avec la persévérance que l'on sait ayant manifesté le désir d'en être bientôt déchargé.

En outre, le Congrès géologique international réuni l'an dernier à Zurich, a adopté une proposition de M. Marshall Hall tendant à la création d'une *Commission internationale des glaciers.* Le but de cette commission, au sein de laquelle les pays possédant des glaciers sont représentés est de suivre avec précision les périodes des variations glaciaires sur toute la surface du globe.

M. Du Pasquier rappelle en qnelques mots les résultats acquis jusqu'ici par l'étude des variations glaciaires des Alpes, en particulier des Alpes Suisses.

Après avoir été en phase de crue au commencement du siècle et atteint vers 1818 à 1820 un maximum, les glaciers ont généralement perdu en extension jusque vers 1830 à 1840. Dès lors l'état de glaciation des Alpes paraît augmenter progressivement jusqu'en 1850 à 1856 nouvelle époque de maximum.

Ce maximum des années 50 a par places dépassé le précédent en amplitude, ailleurs au contraire celui de 1818 à 1820 a été plus marqué, dans quelques cas la décrue intermédiaire a été très peu sensible.

Après 1860 et jusqu'en 1875 vient une période de décroissance considérable de tous les glaciers.

Dès 1875 quelques glaciers du groupe du Mont-Blanc se mettent en crue, suivis bientôt d'un grand nombre d'autres, soit dans le groupe du Mont-Blanc soit dans le Valais, soit même dans d'autres parties des Alpes. Cette recrudescence de glaciation continuait encore en 1893 de telle façon qu'on pouvait se croire en pleine branche ascendante de la courbe des variations. Mais les observations de 1894 sont venues contredire à cette opinion, plusieurs des glaciers en crue se sont mis à diminuer. Sommes nous rentrés en phase de décrue ou bien ne s'agit-il là que d'un effet momentané de l'été exceptionnellement chaud et sec de 1893 et de l'hiver sec qui l'a suivi ? C'est ce que l'avenir et surtout les observations de 1895 faites après un hiver très neigeux montreront clairement sans doute.

Il s'ensuit une discussion dans laquelle M. Hirsch se montre sceptique au sujet de l'existence d'une période des variations glaciaires et nie l'existence d'une périodicité climatologique.

M. Du Pasquier par contre, pense que la période des variations glaciaires est maintenant suffisamment constatée dans les Alpes, entre autres par la simultanéité des variations, des glaciers situés dans des provinces climatologiques différentes, ponr qu'on soit autorisé à affirmer son existence. Des recherches ultérieures nous apprendront plus exactement quelle est sa durée et jusqu'à 6uel point elle est générale. Quant à la grande périodicité des éléments du climat il estime qu'elle a été clairement démontrée par les recherches de Brückner. On ne peut méconnaître que dans notre siècle la période de glaciation suit très bien la période de Brückner. M. Richter est même d'avis que nos connaissances historiques des variations glaciaires nous permettent de reconstituer en arrière pendant plusieurs siècles la période climatologique de 35 ans environ découverte par Brückner.

Séance du 30 mai.

Léon Du Pasquier. Le loess préalpin, son âge et sa distribution géographique. — Édouard Cornaz. *Crocus L.* — Weber. Thermo-isolateur.

M. Léon Du Pasquier présente, tant en son nom qu'en celui de M. le prof. Penck, à Vienne une note sur *le loess préalpin son âge et sa distribution géographique.*

Ces messieurs viennent de faire dans la région des grandes moraines terminales de Lyon, de Grenoble et de la Vallée de la Durance une excursion qui complète à merveille leurs recherches précédentes sur le pourtour des Alpes.

La grande masse du loess préalpin est une formation nettement intercalée entre les moraines de la dernière et celles de l'avant dernière glaciation, c'est-à-dire qu'elle occupe la place stratigraphique des dépôts interglaciaires.

On a déjà décrit plusieurs coupes où la superposition des moraines de la dernière glaciation (Z) au loess et de celui-ci

à des moraines plus anciennes (Y) est claire. MM. Penck et Du Pasquier en ont trouvé une dans les environs de Lyon où se présente évidemment le même phénomène, elle est située dans la région de Bianne au NE de la station de Pusignan (ligne E. de Lyon). Le loess y contient les fossiles caractéristiques habituels.

M. Du Pasquier rend attentif au fait que si la grande masse du loess préalpin est distinctement interglaciaire, il ne faut cependant pas considérer nécessairement comme tel toute espèce de dépôt de loess. La région de Lyon a été bien étudiée sous ce rapport par M. Locard et il parait certain qu'on y rencontre des loess d'âges différents.

M. Du Pasquier estime que dans beaucoup de cas ce qu'on a appelé loess n'est qu'un faciès de ruissellement produit aux dépens de bien des terrains et en première ligne du loess normal lui-même. Ce fait constaté il y a longtemps dans le nord de la Suisse avait même induit certains auteurs à considérer le loess en général comme postglaciaire, tant il est difficile dans bien des cas de distinguer le loess secondaire, remanié du loess normal ou des loess normaux. Dans la région Lyonnaise, par exemple, le loess normal des plateaux contient fréquemment des restes d'*Elephas intermedius* tandis que celui du fond des Vallées renferme en général l'*Elephas primigenius* et le *Rhinoceros tichorhinus*.

La situation des coupes de Bianne est intéressante en ce que le loess qu'on y rencontre ne paraît en aucune façon pouvoir être secondaire, ce doit être le loess normal préalpin qu'on y trouve intercalé entre les moraines Z et Y.

Quant à la distribution géographique du loess MM. Penck et Du Pasquier sont frappés du fait qu'il est, au fond, localisé dans la région climatologique de l'Europe centrale. La province méditerranéenne n'a pas de loess véritable mais un lehm brunâtre décalcifié qui n'est certainement pas comparable au loess de l'Europe centrale. Par contre la région méditerranéenne est caractérisée par ses terrains rubéfiés (ferretto) représentant le faciès d'altération des dépôts meubles.

M. le D[r] Edouard Cornaz entretient la Société du genre *Crocus L.* (Safran) qui n'est représenté en Suisse que par une espèce, en France par quatre. En Italie où il est assez nombreux les auteurs du *Compendio della Flora italiana* ont mis à la base des caractères dichotomiques de ce genre la saison de floraison.

Nyman dans son *Conspectus Floræ Europæ* parle des caractères de structure des bulbes : 1) bulbes à tunique meumbraneuse, 2) à tunique squameuse, 3) à tunique composée de fibres parallèles et denses, 4) à tuniques composées de fibres réticulaires. En présentant un certain nombre d'espèces de ces quatre groupes, M. Cornaz fait remarquer que sous la tunique membraneuse ou squameuse des deux premiers on en trouve encore une fibreuse, en sorte que si l'on veut conserver ces quatre groupes il faudrait distinguer d'abord les cas où la tunique fibreuse est simple de ceux où elle est recouverte d'une autre extérieure de structure différente. Du reste la tunique extérieure se détachant facilement il arrive très souvent qu'on reçoit dans les herbiers des exemplaires qui n'ont plus que la tunique interne.

Nyman aussi divise ces quatre groupes d'après l'époque de floraison.

Cependant les caractères spécifiques ne manquent pas dans ce genre. En remontant du bulbe aux stigmates nous trouvons successivement les caractères suivants : feuilles paraissant après les fleurs ou simultanément à celles-ci; spathe monophylle (entière ou bifide), ou composée de deux parties séparées; périgone glabre ou pubescent à la gorge; filaments des étamines glabres ou pubescents; anthères égalant les filets ou plus longues qu'eux; stigmates crénelés ou finement denticulés. Bien que ce caractère n'ait qu'une importance bien relative, les fleurs blanches, lilas ou violettes chez la plupart des espèces sont jaunes, chez d'autres, en particulier chez les deux espèces de Macédoine (*C. chrysantus* (Herb) du premier groupe et *C. Olivieri* (Gay) du second).

M. Cornaz présente un fruit de *C. Nudiflorus* (Sm.), il est presque sessile, fait qui rappelle le genre *Colchicum*.

M. Weber démontre le *thermo-isolateur* et se livre à quelques expériences relatives aux applications de ce petit appareil.

Séance du 25 juin.

André de Montmollin. Les courants triphasés. — Billeter. Préparation du gaz acétylène et sa combustion. — Ed. Cornaz. Communications diverses. — Léon Du Pasquier. Rapport de la Commission limnimétrique.

Au nom de M. André de Montmollin, ingénieur-électricien, M. Weber lit un mémoire théorique sur *les courants triphasés*. Cette communication tend, entre autres, à démontrer que le courant triphasé pourrait être utilisé sans inconvénients pour la lumière à incadescence si par exemple la résistance du réseau était au moins 100 fois supérieure à celle de la ligne primaire.

M. Billeter fait à l'amphithéâtre de chimie une série d'expériences sur la *préparation du gaz acétylène* et sa combustion, deux becs pareils brûlent côte à côte l'un du gaz d'éclairage ordinaire, l'autre un mélange d'acétylène et d'air, on admire la belle lumière blanche 8 fois plus intense de la flamme de l'acétylène. M. Billeter pense que le côté économique de la question de l'enrichissement du gaz d'éclairage au moyen de l'acétylène ne peut encore être traitée en toute connaissance de cause. Le prix actuel du carbure de calcium (fr. 0,625 le kilog.) n'est certainement pas définitif.

M. le Dr Ed. Cornaz présente successivement :

1) Deux exemplaires de *Paris quadrifolia* (L) à six feuilles, l'un d'eux en outre avec un petit pédoncule portant deux folioles bractéiformes de taille inégale au lieu de fleur.

2) Un exemplaire de *Platanthera bifolia* (Rchb) à fleurs doubles verdâtres (sauf une demeurée blanche) et néanmoins odorantes. Les fleurs varient extrêmement et il en est qui ont deux éperons, la plupart n'ont pas d'étamines.

3) Des exemplaires de *Lithospermum puspureo-cœruleum* L. du bois de l'Hôpital (au-dessus de Neuchâtel) localité indi-

quée déjà par Ch. H. Godet, mais perdue dès lors et qui n'a été retrouvée qu'en juin 1894 par notre collègue M. F. Jordan.

M. Léon Du Pasquier présente ensuite le rapport de la *Commission limnimétrique* chargée de réunir les matériaux en vue de la publication des variations des niveaux des lacs de Neuchâtel, de Bienne et de Morat — publication suspendue dans notre Bulletin depuis 1881. La Commission conclut à la publication dans le prochain Bulletin des graphiques des années 1891, 1892, 1893 et 1894; les années antérieures suivront lorsqu'il aura été possible de se procurer toutes les données nécessaires à la réduction des observations.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE GENÈVE

Séance du 13 juin 1895.

C. Lagodzinski. Nouvelle synthèse de l'alizarine. — C. Lagodzinski et G. Lorétan. Dioxyanthracène. — O. Hinsberg. Réduction des azines. — F. Kehrmann et M. Hertz. Bases azonium dérivant de la β-naphtoquinone. — C. Græbe et J. Pollak. α-Anthraquinoline.

M. C. Lagodzinski communique une nouvelle *synthèse de l'alizarine*. En traitant l'anhydride hémipinique par le benzène et le chlorure d'aluminium, il a obtenu un acide de la formule $C_{15}H_{12}O_5 + H_2O$, fusible à 86-87°, qui doit être regardé comme un *acide benzoyloxyméthoxybenzoïque :*

$$\begin{matrix} CH_3O \\ HO \end{matrix} > C_6H_2 < \begin{matrix} CO - C_6H_5 \\ COOH \end{matrix}$$

Ce corps se dissout dans l'acide sulfurique concentré avec une coloration rose-jaunâtre et une vive fluorescence verte. Si l'on chauffe cette solution à 100°, il y a perte d'une molécule d'eau et formation de l'éther monométhylique de l'alizarine, que l'on peut saponifier par l'acide iodhydrique,

M. Lagodzinski parle ensuite du *dioxyanthracène 2. 3*, qu'il a étudié avec M. G. Lorétan. L'éther diméthylique de l'hystazarine fournit, par réduction au moyen de l'ammoniaque étendue et de la poudre de zinc, le *diméthoxyanthracène 2. 3* (paillettes fusibles à 203-204°).

CO OCH$_3$
CO OCH$_3$ $+ 6H =$

OCH$_3$
$+ 2H_2O$
OCH$_3$

Cet éther est saponifié par une ébullition prolongée avec l'acide iodhydrique; le *dioxyanthracène 2. 3* qui prend ainsi naissance est facilement soluble dans les alcalis; l'anhydride acétique, en présence d'un peu d'acétate de soude, le convertit en un dérivé diacétylé; les agents oxydants, comme le chlorure de fer ou celui de platine, sont sans aucune action sur lui. Ce dernier fait, en montrant l'impossibilité de la formation d'une anthraquinone 2. 3, semble indiquer qu'il n'existe pas de double liaison entre les atomes de carbone 2 et 3 de l'anthracène.

M. O. Hinsberg présente quelques observations sur la *réduction des azines* au moyen de l'amalgame de sodium; il se forme probablement dans cette réaction les dihydro-azines asymétriques.

M. F. Kehrmann, dans un travail fait en collaboration avec M. M. Hertz, a obtenu, par condensation de la 4-acétamino-1. 2-naphtoquinone avec la phényl-orthophénylène-diamine, un mélange des deux corps suivants :

N
CH_3 - CO - NH -
N
Cl C_6H_5
I

Cl C_6H_5
N
CH_3 - CO - NH -
N
II

Le corps I fournit par saponification le chlorure de rosinduline de la formule III; la base correspondante, chauffée à 100°, perd une molécule d'eau et se transforme dans l'induline de MM. Fischer et Hepp (IV).

NH_2 — N — N — Cl — C_6H_5

III

NH — N — N — C_6H_5

IV

Le corps II donne par saponification un chlorure isomérique bleu foncé; si l'on chauffe le sulfate correspondant avec de l'acide sulfurique étendu, il y a remplacement du groupe NH_2 par l'hydroxyle. Par précipitation au moyen du carbonate d'ammoniaque on obtient ensuite la base V sous la forme d'aiguilles bleu-verdâtre.

Cette base, chauffée avec de l'eau ou traitée à froid par les alcalis, se convertit en un isomère rouge, qui cristallise dans l'alcool en prismes; comme cet isomère fournit facilement une oxime, il convient de lui attribuer la formule VI.

HO — C_6H_5 — N — HO — N

V

HO — C_6H_5 — N — O — N — H

VI

Les acides donnent avec la base bleue et avec le corps rouge des sels identiques; ceux-ci, traités par le carbonate d'ammoniaque, régénèrent la base bleue; on peut ainsi

transformer à volonté les deux isomères l'un dans l'autre. Il y a ici un cas de desmotropie analogue à celui que MM. Kehrmann et Messinger ont observé il y a quelques années chez la 4-oxy-1. 2-naphtophénazine.

M. J. Pollak expose les premiers résultats de recherches qu'il a faites à l'instigation de M. le prof. Græbe sur le ***vert d'alizarine*** provenant de la fabrique de Höchst. En distillant ce produit, dans le vide, avec vingt fois son poids de poudre de zinc, il a obtenu, avec un rendement d'environ 5 %, une base cristallisée de la formule $C^{17}H^{11}N$. Ce corps, qui est un isomère de l'anthraquinoline que M. Græbe a retirée de la même manière du bleu d'alizarine, fond à 126,5-128°; il est insoluble dans l'eau, mais se dissout facilement dans l'alcool, le benzène et l'éther; sa solution alcoolique présente une belle fluorescence bleue. Le chlorhydrate forme des aiguilles jaunes solubles dans l'alcool avec une fluorescence verte. L'acide chromique en solution acétique fournit une quinone.

Etant donné que le vert d'alizarine est préparé en soumettant l'α-aminoalizarine à la réaction de Skraup, la constitution de la base $C^{17}H^{11}N$ doit être exprimée par la formule

N

qui ne diffère de celle de l'anthraquinoline de M. Græbe que par la position de l'azote.

L'auteur a commencé des essais en vue de la préparation synthétique de la quinone correspondante.

Séance du 4 juillet.

C. Græbe et M. Leonhardt. Ethers de l'acide hémimellique. — A. Pictet et P. Crépieux. Dérivés du pyrrol. — C. Lagodzinski. Para-anthracène. — A. Philips. Anthrapyridines. Nouveau mode de formation de la saccharine.

M. le prof. Græbe a poursuivi avec M. Leonhardt l'étude des ***éthers de l'acide hémimellique***. Cet acide, ainsi qu'il a été

dit dans une précédente séance[1], ne fournit qu'un éther diméthylique lorsqu'on le soumet, en solution dans l'alcool méthylique, à l'action de l'acide chlorhydrique gazeux; mais si l'on prend son anhydride et qu'on le chauffe avec ce même alcool, on obtient un éther monométhylique qui, traité par l'acide chlorhydrique et l'alcool, donne l'éther triméthylique.

Le même éther monométhylique prend aussi naissance par saponification partielle (au moyen de deux molécules de soude) de l'éther triméthylique obtenu à l'aide du sel d'argent.

Il est probable que l'éther monométhylique possède la formule

COOH
$COOCH_3$
COOH

Celle-ci expliquerait pourquoi cet éther est susceptible de fournir un éther triméthylique dans les mêmes circonstances où l'acide lui-même ne donne qu'un éther diméthylique.

M. le prof. Amé Pictet résume un travail qu'il a commencé avec M. P. Crépieux sur les *dérivés du pyrrol*. Les auteurs ont observé que lorsqu'on soumet les n-dérivés du pyrrol à l'action de la chaleur, en les distillant à travers un tube chauffé au rouge sombre, ils se convertissent en α-dérivés :

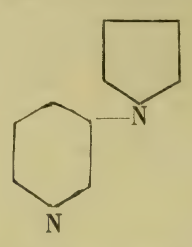
H H H H
H H = H - R
N N
R H

L'*α-méthylpyrrol* et l'*α-phénylpyrrol* ont pu facilement être préparés de cette manière. Ce dernier composé, qui n'a pas encore été décrit, cristallise dans l'alcool ou dans la ligroïne

[1] *Archives*, XXXIII, 286.

en paillettes irisées, fusibles à 129°. Il sublime facilement et bout à 271-272°. Il forme avec le potassium un sel cristallisé et fournit par oxydation l'acide benzoïque.

En chauffant le mucate de la β-aminopyridine préparée l'année dernière par M. Philips[1], on obtient le *n-β-pyridylpyrrol* (liquide bouillant à 251°) :



Celui-ci, distillé à travers un tube chauffé au rouge, se transforme presque entièrement en un isomère solide, qui est très probablement l'*αβ-pyridylpyrrol :*

N
H
N

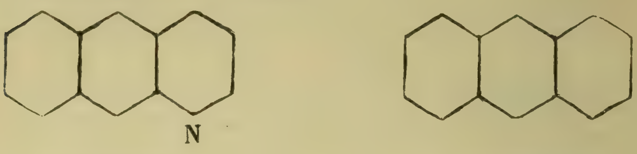
Si la formule proposée par M. Pinner pour la nicotine est juste, l'αβ-pyridylpyrrol devait donner, par substitution d'un méthyle à l'hydrogène du groupe NH, l'isodipyridine de Cahours et Etard (nicotyrine d'après Blau), qui prend naissance par élimination de quatre atomes d'hydrogène à la nicotine. MM. Pictet et Crépieux ont cherché à méthyler l'αβ-pyridylpyrrol en traitant son sel de potassium par l'iodure de méthyle en présence d'alcool méthylique. Dans ces conditions le remplacement du métal par le groupe CH_3 a bien lieu, mais il y a en même temps addition d'une molécule d'iodure de méthyle à l'azote pyridique, de sorte que le produit constitue un iodométhylate de la formule suivante :

[1] *Archives*, XXXI, 522.

La comparaison de cet iodométhylate avec celui de la nicotyrine préparée par oxydation de la nicotine, a démontré d'une manière presque certaine l'identité des deux corps; l'existence d'un noyau pyrrolique dans la molécule de la nicotine semble donc prouvée.

M. C. Lagodzinski développe ses idées sur la *constitution du para-anthracène*. Le poids moléculaire de ce corps ayant été déterminé par M. Elbs, il est établi aujourd'hui que sa formule est double de celle de l'anthracène, mais sa constitution reste encore à fixer. M. Lagodzinski a trouvé que l'α-métoxy-anthracène et le dioxyanthracène 2. 3, ainsi que l'éther diméthylique de ce dernier, subissent, lorsqu'on les expose en solution acétique à l'action de la lumière directe du soleil, une polymérisation toute semblable Du fait que cette transformation n'est pas entravée par la substitution dans un des noyaux latéraux, il paraît résulter que dans la formation des polymères l'union des deux molécules a lieu par l'intermédiaire d'un des atomes de carbone du noyau central. La structure du para-anthracène répondrait, dans ce cas, au schéma suivant :

M. A. Philips a soumis à la distillation sur la poudre de zinc les deux anthrapyridine-quinones qu'il avait préparées l'année dernière[1] par déshydratation des acides benzoylpicolique et benzoylnicotinique. Il a obtenu de la sorte les deux *anthrapyridines* isomériques :



α-Anthrapyridine β-Anthrapyridine

Le premier de ces corps sublime en aiguilles, le second en paillettes. Les sels de la base α se dissolvent dans l'eau avec une faible coloration rosâtre, tandis que ceux de la base β fournissent des solutions douées d'une belle fluorescence verte. La préparation de ces corps porte à 6 le nombre des bases pyridiques de la formule $C_{13}H_9N$ que l'on connaît actuellement (acridine, phénanthridine, α et β-naphtoquinolines, α et β-anthrapyridines).

M. Philips indique ensuite un nouveau *mode de formation de la saccharine*. Lorsqu'on traite par l'ammoniaque l'anhydride o-sulfobenzoïque (qui se forme facilement par l'action de l'anhydride acétique sur l'acide correspondant), on obtient un sel qui peut avoir l'une ou l'autre des deux formules suivantes :

SO_2-NH_2 / CO_2NH_4 SO_3NH_4 / $CO-NH_2$

Chauffé à 200°, ce sel se transforme partiellement en saccharine; cette réaction est analogue à celle que M. Philips avait observée chez le sel d'ammoniaque de l'acide quinolinamique[2].

A. P.

[1] *Archives*, XXXII, 118.
[2] *Archives*, XXXI, 521.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

JUILLET 1895

Le 1er, tonnerres à l'E. à 8 h. 50 m.; nouvel orage à l'W. de 10 h. 15 m à 11 h. 20 m. du matin; éclairs au NNE., puis au N. et au NW. depuis 8 h. 15 m du soir; assez fort vent de 7 h. à 9 h. du soir.

2, assez fort vent à 10 h. du matin.

5, éclairs au N. à 3 h. 10 m. du soir.

6, forte bise pendant tout le jour.

7, forte bise de 10 h. du matin à 7 h. du soir.

11, assez fort vent de 1 h. à 4 h, du soir; éclairs à l'W. à 10 h. du soir.

12, assez fort vent depuis 10 h. du matin.

14, assez fort vent depuis 4 h. du soir.

17, orage à l'W. à 8 h. 13 m. du soir; de nouveaux orages se produisent entre 9 h. et 10 h. du soir dans différentes directions.

19, assez fort vent à 10 h. du matin.

21, très fort vent de 1 h. à 4 h. du soir, orage à l'W. de 6 h. 20 m. à 7 h. 10 m. du soir; il se dirige de l'W. à l'E.; violentes averses. Eclairs pendant toute la soirée dans différentes directions.

22, assez fort vent de 1 h. à 4 h. du soir; tonnerres au NW. à 5 h. 50 m. du soir.

29, assez fort de l'ESE. à 4 h. du soir.

31, éclairs et tonnerres à l'W. à 7 h. 17 m. du soir; nouvel orage de 2 h. 15 m. à 3 h. 40 m. du soir. L'orage se dirige de l'W. au NNW. en longeant le Jura; très forte pluie.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 3 à 11 h. soir	732,21	Le 5 à 3 h. soir	726,76
8 à 7 h. matin	730,36	13 à 1 h. matin	723,12
13 à 11 h. soir	726,93	14 à 6 h. soir	724,88
16 à 7 h. matin	728,43	17 à 4 h. soir	723,36
20 à minuit	728,93	21 à 5 h. soir	722,29
25 à 7 h. matin	732,00	28 à 5 h. soir	720,97
29 à 11 h. soir	728,67	31 à 6 h. matin	725,15

Résultats des observations pluviométriques faites dans le canton de Genève

Observ. MM	SÉCHERON Ph. Plantamour	CÉLIGNY Ch. Pesson	COLOGNY R. Gautier	JUSSY M. Micheli	OBSERVAT.	COMPESIÈRES Ch. Raymond	ATHENAZ J.-J. Decor	SATIGNY J. Vernay
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Total...	67.0	50.3	58.1	61.5	64.6	55.0	65.8	66.5

Jours du mois.	Baromètre: Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre: Ecart avec la hauteur normale	Baromètre: Minim. observé au barogr.	Baromètre: Maxim. observé au barogr.	Température C.: Moyenne des 24 heures	Température C.: Ecart avec la temp. normale	Température C.: Minim.	Température C.: Maxim.	Fract. de saturation en millièmes: Moy. des 24 h.	Fract. de saturation: Ecart avec la fraction norm.	Fract. de saturation: Minim.	Fract. de saturation: Maxim.	Pluie ou neige: Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige: Nombre d'h.	Vent dominant.	Chemin parcouru par le vent. Kil. par heure.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône: Midi.	Temp. du Rhône: Ecart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm					+ °	°	cm
1	724,68	— 2,68	723,39	725,80	+21,82	+ 3,60	+18,1	+26,0	651	— 38	570	750	1,0	1	var.	9,0	0,58	17,0	+ 0,1	140,0
2	728,59	+ 1,20	725,26	731,25	+22,12	+ 3,84	+19,0	+26,4	564	—124	400	750	...	...	SSW. 1	9,4	0,72	17,2	+ 0,2	143,0
3	731,42	+ 4,01	730,72	732,21	+20,23	+ 1,89	+13,1	+26,8	500	—187	310	700	...	...	SSW. 1	5,2	0,38	17,1	0,0	147,0
4	729,86	+ 2,42	727,53	732,13	+18,07	— 0,33	+11,0	+24,8	564	—122	440	660	...	...	N. 1	6,9	0,58	17,4	+ 0,2	150,0
5	727,61	+ 0,15	726,76	728,33	+17,07	— 1,38	+13,1	+22,2	590	— 95	420	770	...	...	NNE. 1	8,8	0,80	17,7	+ 0,5	150,9
6	728,36	+ 0,87	727,80	729,67	+16,68	— 1,82	+12,9	+19,9	614	— 71	450	790	...	...	NNE. 3	20,6	0,32	18,2	+ 0,9	155,0
7	729,51	+ 2,00	728,79	730,28	+16,57	— 1,97	+11,6	+21,6	575	—109	380	730	...	...	NNE. 2	13,8	0,08	....	.....	152,0
8	729,56	+ 2,02	728,45	730,36	+16,75	— 1,84	+10,3	+22,4	591	— 92	440	690	...	...	N. 1	6,2	0,00	16,6	— 0,9	150,0
9	729,16	+ 1,60	728,16	729,97	+18,11	— 0,52	+10,4	+24,9	595	— 87	440	730	...	...	NNE. 1	4,6	0,02	16,3	— 1,3	148,0
10	728,02	+ 0,44	726,75	728,95	+21,35	+ 2,68	+12,8	+30,1	515	—167	280	700	...	...	calme	2,5	0,07	18,5	+ 0,9	145,0
11	726,21	— 1,39	724,85	727,73	+22,76	+ 4,06	+13,0	+30,9	501	—180	320	670	...	...	SSW. 1	6,5	0,18	20,3	+ 2,6	145,5
12	724,91	— 2,72	723,92	725,74	+20,50	+ 1,77	+16,3	+25,3	635	45	470	910	7,2	4	SSW. 2	15,0	1,00	20,5	+ 2,7	145,0
13	725,28	— 2,37	723,12	726,93	+17,60	— 1,16	+13,9	+22,7	605	— 75	390	890	...	...	var.	6,7	0,28	19,7	+ 1,8	147,8
14	725,92	— 1,75	724,88	726,88	+19,21	+ 0,42	+ 9,2	+27,0	561	—118	370	810	...	...	SSW. 2	6,5	0,13	....	.....	149,5
15	727,07	— 0,62	726,40	727,95	+21,36	+ 2,55	+15,8	+26,9	536	—143	330	680	...	...	SSW. 1	4,0	0,27	14,8	— 3,2	151,1
16	727,03	— 0,68	725,28	728,43	+20,45	+ 1,62	+13,0	+29,9	636	— 42	380	760	...	...	var	4,8	0,05	15,0	— 3,0	150,5
17	725,20	— 2,53	723,36	726,99	+22,79	+ 3,94	+15,4	+31,0	620	— 58	360	940	4,4	2	SSW. 1	5,8	0,65	17,9	— 0,2	153,0
18	725,42	— 2,32	723,56	726,93	+20,34	+ 1,47	+15,2	+25,9	775	+ 97	600	930	...	...	N. 1	4,2	0,68	19,0	+ 0,9	154,5
19	725,78	— 1,98	723,48	728,76	+18,35	— 0,53	+14,5	+25,5	770	+ 92	550	920	6,1	3	calme	3,8	0,68	19,4	+ 1,2	158,8
20	727,44	— 0,34	726,06	728,93	+18,98	+ 0,09	+10,4	+26,0	626	— 51	300	920	...	...	SSW. 1	5,8	0,63	18,4	+ 0,1	155,5
21	725,29	— 2,50	722,29	727,36	+23,25	+ 4,36	+17,9	+29,9	580	— 97	270	870	8,2	1	SSW. 1	9,8	0,63	....	.....	155,0
22	726,21	— 1,60	724,70	727,94	+17,59	— 1,31	+13,8	+22,7	740	+ 63	540	830	6,1	3	SSW. 1	9,6	0,88	15,5	— 2,9	155,0
23	729,25	+ 1,43	727,90	730,94	+17,09	— 1,81	+13,4	+23,2	655	— 22	460	790	...	...	SSW. 1	8,1	0,62	12,4	— 6,0	157,1
24	730,84	+ 3,00	730,08	731,61	+17,35	— 1,54	+ 8,9	+26,9	626	— 52	210	840	...	...	calme	2,7	0,13	13,1	— 5,4	157,6
25	730,70	+ 2,85	728,94	732,00	+19,70	+ 0,81	+12,9	+27,0	634	— 44	400	780	...	...	N. 1	3,5	0,02	15,4	— 3,1	156,8
26	728,16	+ 0,30	726,30	729,71	+22,89	+ 4,01	+15,0	+31,7	573	—105	380	750	...	...	SSW. 1	4,6	0,68	19,2	+ 0,7	156,7
27	726,24	— 1,63	724,55	727,42	+24,67	+ 5,80	+20,0	+30,9	471	—207	270	630	...	...	SSW. 1	6,0	0,30	19,8	+ 1,2	157,0
28	723,15	— 4,74	720,97	724,73	+24,16	+ 5,31	+16,5	+31,1	509	—170	360	690	...	...	SSW. 1	8,1	0,57	....	.....	157,0
29	726,82	— 1,08	724,69	728,67	+17,86	— 0,98	+14,5	+20,8	675	— 4	400	810	0,7	1	SSW. 1	7,1	0,80	17,2	— 1,4	158,5
30	727,36	— 0,55	725,84	728,56	+16,71	— 2,11	+10,0	+23,8	661	— 19	350	830	...	...	N. 1	4,0	0,32	18,0	— 0,7	159,6
31	726,44	— 1,48	725,15	728,21	+14,87	— 3,92	+12,5	+17,5	910	+229	780	990	31,2	12	var.	3,8	1,00	17,4	— 1,3	159,0
Mois	727,34	— 0,31			+19,59	+ 0,78			615	— 64						7,01	0,45	17,37	—0,72	152,30

MOYENNES DU MOIS DE JUILLET 1895

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	728,75	728,91	729,29	729,04	728,37	727,90	728,10	729,05
2e »	726,29	726,22	726,50	726,33	725,82	725,21	725,58	726,24
3e »	727,59	727,54	727,73	727,68	727,12	726,53	726,87	727,45
Mois	727,55	727,56	727,84	727,68	727,10	726,55	726,85	727,58

Température.

	0	0	0	0	0	0	0	0
1re déc.	+ 15,22	+ 13,64	+ 16,95	+ 20,35	+ 22,21	+ 23,28	+ 21,55	+ 17,82
2e »	+ 16,34	+ 14,45	+ 17,94	+ 22,53	+ 24,71	+ 25,43	+ 21,90	+ 18,56
3e »	+ 16,69	+ 15,24	+ 17,14	+ 20,76	+ 23,88	+ 24,42	+ 21,04	+ 18,04
Mois	+ 16,10	+ 14,47	+ 17,34	+ 21,20	+ 23,61	+ 24,38	+ 21,48	+ 18,14

Fraction de saturation en millièmes.

1re décade	655	696	689	539	483	427	500	618
2e »	762	777	710	530	458	450	583	743
3e »	709	747	750	603	490	455	640	722
Mois	709	740	717	559	477	444	576	695

	Therm. min.	Therm. max.	Temp. du Rhône.	Clarté moyenne du ciel.	Chemin parcouru p. le vent.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0	0		kil. p. h.	mm	cm
1re décade	+ 13,23	+ 24,51	+ 17,33	0,35	8,70	1,0	148,09
2e »	+ 13,67	+ 27,11	+ 18,33	0,45	6,31	17,4	151,12
3e »	+ 14,13	+ 25,95	+ 16,44	0,54	6,12	46,2	157,21
Mois	+ 13,69	+ 25,86	+ 17,37	0,45	7,01	64,6	152,30

Dans ce mois l'air a été calme 37,1 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SW. a été celui de 0,90 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 75°,8 W. et son intensité est égale à 12,3 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JUILLET 1895.

Le 1er, brouillard jusqu'à 7 h. du matin et à 4 h. du soir; légère pluie à 1 h. du soir.
2, fort vent de 10 h. du matin à 1 h. du soir.
4, brouillard depuis 7 h. du soir.
5, brouillard jusqu'à 7 h. du matin et depuis 4 h. du soir; forte bise depuis 4 h. du soir.
6, brouillard pendant tout le jour.
7, brouillard à 7 h. du soir.
12, brouillard à 7 h. du soir; pluie depuis 10 h. du soir.
13, pluie jusqu'à 7 h. du matin; brouillard à 10 h. du matin.
17, fort vent à 4 h. du soir.
19, légère pluie à 7 h. du soir, puis brouillard.
20, pluie dans la nuit.
21, pluie par un fort vent depuis 10 h. du soir.
22, pluie jusqu'à 7 h. du matin; brouillard de 10 h. du matin à 4 h. du soir et depuis 10 h. du soir.
23, brouillard jusqu'à 7 h. du matin et depuis 4 h. du soir.
26, pluie dans la soirée.
28, brouillard jusqu'à 7 h. du matin et depuis 7 h. du soir.
29, pluie jusqu'à 10 h. du matin et depuis 4 h. du soir; brouillard à 1 h. du soir.
31, brouillard jusqu'à 7 h. du matin, puis pluie.

Remarque. Le maximum absolu de température a été remplacé par le maximum des six observations diurnes.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm	MINIMUM	mm
Le 3 à 11 h. soir............	572,06	Le 30 à 8 h. soir............	569,30
9 à 11 h. soir........	570,99	6 à 3 h. matin..........	564,93
17 à minuit...............	570,33	13 à 4 h. matin..........	563,40
21 à minuit...............	569,77	19 à 3 h. soir............	567,15
25 à 10 h. soir.........	573,83	22 à 10 h. matin..........	566,12
30 à 11 h. soir...........	568,80	29 à 8 h. matin..........	566,45

SAINT-BERNARD. — JUILLET 1895

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Ecart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum observé au barographe	Baromètre. Maximum observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Ecart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum absolu.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.		Nébulosité moyenne.
	millim	millim	millim	millim.	°	°	°	°	millim	millim				
1	569.78	+ 1.91	569,30	570,80	+ 4,51	— 0,89	+ 2,2	+ 7.0	.....	.....	....	SW.	1	0.85
2	569.98	+ 2,05	569.60	570,90	+ 8 91	+ 3,45	+ 2,4	+11,6	.....	.....	...	SW.	1	0.17
3	571.49	+ 3,51	570,96	572,06	+ 8.83	+ 3 31	+ 4,0	+13,2	.....	.....	....	SW.	1	0.15
4	569.87	+ 1.84	568 40	572.03	+ 6.89	+ 1,31	+ 1,6	+11.3	.....	.....	..	NE.	1	0 43
5	566.14	— 1 94	565,05	568.20	+ 2.13	— 3,51	— 1,0	+ 5.8	.....	.....	..	NE.	2	0.77
6	566.02	— 2,11	564 93	567 53	+ 0.38	— 5,32	— 1,5	+ 1,4	.....	.....	...	NE.	1	1,00
7	567 78	— 0,40	566,90	568.95	+ 3,14	— 2,61	— 1,2	+ 6,4	.....	.....	.	NE.	1	0,20
8	569.07	+ 0,84	568,35	569,90	+ 6.29	+ 0.49	+ 2,2	+ 9,8	....	.....	..	NE.	1	0,05
9	570,02	+ 1,75	569,33	570.99	+ 7,48	+ 1,63	+ 4.1	+11,4	.....	.....	...	NE.	1	0.00
10	570,20	+ 1.89	569.85	570.77	+ 8,44	+ 2,54	+ 4,9	+12,2	.....	.....	...	NE.	1	0,05
11	569.23	+ 0,88	568,57	570.07	+10,29	+ 4.34	+ 4,5	+14,8	.....	.....	....	NE.	1	0,10
12	566.53	— 1.86	564,65	568,70	+ 7.46	+ 1.47	+ 5,1	+10,7	....	.....	....	var.		0.70
13	564.60	— 3 83	563,40	566,[illegible]0	+ 2.46	— 3,57	+ 1,0	+ 5 8	.....	21,0	...	NE	1	0,42
14	567 21	— 1.26	566,18	568,11	+ 9,49	+ 3,42	+ 0,6	+14,3	.....	.....		NE.	1	0,03
15	568,45	— 0,06	567.90	569,40	+ 9.54	+ 3,43	+ 5,0	+12.9	.....	.....		NE.	1	0,02
16	569.65	+ 1,10	569,04	570,28	+11,74	+ 5,60	+ 5,1	+15.4	.....	.....	..	SW.	1	0.08
17	569,36	+ 0.78	568,30	570 33	+10,23	+ 4,06	+ 7.2	+14,7	.....	.....	....	SW.	1	0,55
18	568,75	+ 0.14	568,25	569,40	+10,73	+ 4.53	+ 5,0	+15.4	.....	.. ..	... .	var.		0.32
19	567,91	— 0.73	567 15	568,80	+ 7,29	+ 1.06	+ 4,9	+10,2	.....	.....	. .	var.		0.65
20	568,40	— 0,27	567,68	569,65	+ 9,06	+ 2,80	+ 2,0	+13,2	.....	7,2	..	NE.	1	0.27
21	568.55	— 0,15	567,34	569.77	+10,04	+ 3,75	+ 4.5	+13.7	....	.....	....	SW.	1	0,40
22	566.56	— 2,17	566,12	567,78	+ 5,14	— 1,17	+ 2.3	+ 9.6	....	3,5	....	NE.	1	0,90
23	567,82	— 0,93	566,63	569.70	+ 3.64	— 2,69	+ 1,0	+ 6.4	.....	.....	...	NE.	1	0,75
24	571,06	+ 2,29	569,15	572.95	+ 8 56	+ 2.21	+ 1,5	+11,2	.....	.....	....	NE.	1	0,08
25	573.33	+ 4,54	572,95	573.83	+11,76	+ 5,39	+ 6,0	+15.2	.....	.....	...	NE.	1	0,00
26	572.38	+ 3 57	571,69	573,80	+10.74	+ 4,36	+ 7,6	+14,2	.....	3,5	..	var.		0.47
27	570,39	+ 1.56	569,81	571.25	+11,06	+ 4,67	+ 6,2	+14.7	.....	.....	...	SW.	1	0.20
28	569,18	+ 0,34	568,50	569.92	+ 8 64	+ 2,24	+ 6,2	+12,0	.....	.....	...	SW.	1	0.72
29	567,27	— 1.58	566 45	568.17	+ 4,48	— 1,93	+ 2,3	+ 7.0	.....	22,0	....	SW.	1	1.00
30	568,10	— 0,76	567,34	568,80	+ 7,79	+ 1.38	+ 0,6	+12,0	.....	.....	....	NE.	1	0.05
31	568 15	— 0,72	567,55	568 70	+ 4.34	— 2,07	+ 3.2	+ 7,2	.....	23,0	....	NE.	1	1,00
Mois	568 81	+ 0,33			+ 7 47	+ 1,31								0,40

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — JUILLET 1895.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	569,19	568,85	568,84	568,92	569,05	568,97	569,13	569,33
2e » ...	568,25	567,75	567,90	568,01	567,95	567,87	568,09	568,24
3e » ...	569,56	569,12	569,05	569,30	569,37	569,31	569,43	569,62
Mois	569,02	568,59	568,61	568,76	568,81	568,73	568,90	569,08

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	+ 4,70	+ 7,22	+ 8,94	+ 7,88	+ 5,62	+ 4,65
2e » ...	+ 7,01	+ 10,95	+ 12,12	+ 11,34	+ 8,73	+ 7,64
3e » ...	+ 7,06	+ 9,23	+ 10,76	+ 10,00	+ 8,08	+ 6,70
Mois	+ 6,28	+ 9,14	+ 10,61	+ 9,75	+ 7,50	+ 6,34

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée
	0	0		mm	mm
1re décade...	+ 1,77	+ 9,01	0,37	....	...
2e » ...	+ 4,04	+ 12,74	0,31	28,2	...
3e » ...	+ 3,76	+ 11,20	0,51	52,0	...
Mois	+ 3,21	+ 10,99	0,40	80,2	...

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SW a été celui de 1,84 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N 45° E., et son intensité est égale à 30,6 fois sur 100.

LES

VARIATIONS PÉRIODIQUES DES GLACIERS

par F.-A. FOREL

président de la Commission internationale des glaciers.

Sur l'initiative de M. le capitaine Marshall Hall, F. G. S., à Parkstone, Dorset, Angleterre, le VIme Congrès international de Géologie, réuni à Zurich en août 1894, a décidé la création d'une commission chargée d'étudier les variations en grandeur des glaciers actuels dans les diverses contrées de la terre.

Cette Commission est composée de :

MM. Dr F.-A. Forel, prof. à Morges. *président* (Suisse).
- Dr Léon Du Pasquier, prof. à Neuchâtel, *secrétaire* (Suisse).
- Dr Seb. Finsterwalder, prof, à Munich (Allemagne).
- Dr Ed. Richter, prof. à Graz (Autriche).
- Dr K.-J.-V. Steenstrup, géologue à Copenhague (Danemark et colonies).
- Dr H.-F. Reid, prof. à Baltimore (États-Unis d'Amérique).
- Prince Roland Bonaparte, à Paris (France).
- Capitaine Marshall Hall, à Parkstone (Grande-Bretagne et colonies).
- Dr Torquato Taramelli, prof. à Pavie (Italie).
- P.-A. Oyen, géologue à Christiania (Norwège).

Dr Iwan Mouchketow, géologue à St-Pétersbourg (Russie).

Dr F.-U. Svenonius, géologue à Stockholm (Suède).

La *Commission internationale des glaciers* a précisé le champ de son activité en formulant les principes suivants :

a) Chacun des membres de la Commission est compétent pour organiser, comme bon lui semble, et de la manière la plus utile, les études historiques et les observations actuelles et futures sur les glaciers, dans la région qu'il représente, et pour les publier en rapports originaux et détaillés dans une revue indigène.

b) La Commission internationale est l'organe de réception et de publication des rapports sommaires fournis par ses divers membres sur les variations en grandeur des glaciers dans les diverses contrées alpines du globe. Un rapport général sera publié chaque année dans les *Archives des sciences physiques et naturelles de Genève* par les soins du bureau de la Commission.

Pour servir d'introduction à ces rapports, le président de la Commission va exposer les faits principaux constatés dans les Alpes centrales d'Europe, qui sont la contrée glaciaire la mieux observée pendant le siècle actuel.

Et d'abord, quel est le phénomène à étudier ?

C'est l'une des apparitions les plus intéressantes et les plus grandioses que nous offre le monde des Alpes. Les glaciers varient de volume. Pendant cinq ans, dix ans, vingt ans ou plus, nous voyons, sans cause apparente, un glacier augmenter de longueur, dépasser ses limites, repousser ses moraines, parfois des moraines séculaires,

envahir des pâturages, renverser des forêts, démolir des chalets. Il semble que cette crue irrésistible, qui domine tout obstacle, va amener dans la vallée une nouvelle époque glaciaire. Mais, également sans cause apparente, nous voyons le glacier s'arrêter dans cette expansion étrange, puis diminuer, reculer, se raccourcir, et cela pendant dix ans, pendant vingt ans, pendant trente ans et plus, tellement que l'envahissement précédent étant oublié, on peut croire que le glacier va disparaître dans cette fusion progressive. Puis encore, au bout d'un certain nombre d'années, ou de lustres, cette décrue prend fin et le glacier recommence à s'allonger, et ainsi de suite. Variation périodique en longueur des glaciers d'écoulement, tel est le phénomène apparent [1].

Cette variation en longueur coïncide avec une variation de même sens dans les autres dimensions de la masse de glace; en même temps que le glacier s'allonge, il s'épaissit et il s'élargit. C'est donc une variation de volume et non pas seulement de forme. Pour simplifier, nous la désignons sous l'expression de *variation de grandeur*.

Cette variation périodique est irrégulière dans le temps et dans l'espace. Les maxima successifs sont diversement

[1] En même temps, nous pouvons constater des variations dans l'étendue des névés, dans le nombre et l'importance des flaques de neige qui résistent à la chaleur de l'été, l'apparition ou la disparition de petits glaciers temporaires. Le phénomène que nous caractérisons par le mot *d'enneigement*, varie comme la grandeur des glaciers. Quelles sont les relations entre l'enneigement des montagnes et les variations de grandeur des glaciers ? ce sera certainement un point important à étudier ; mais, pour le moment, ne compliquons pas le travail et occupons-nous seulement des glaciers proprement dits.

espacés; en ses crues successives, le glacier descend plus ou moins loin dans la vallée; la crue est parfois très rapide, parfois très lente; souvent un glacier reste pendant bien des années immobile et stationnaire. La variation en grandeur est parfois générale et s'étend à l'ensemble des glaciers d'une région, parfois elle n'est que partielle et n'atteint que quelques glaciers. Elle n'est pas nécessairement simultanée pour tous les glaciers; parfois une crue est bien marquée sur quelques glaciers, tandis que d'autres sont, ou stationnaires, ou en décrue. D'autres fois, tous les glaciers d'une vallée, d'un groupe de montagnes, d'une chaîne varient ensemble; tous ils s'accroissent et envahissent les vallées, ou bien tous ils s'amaigrissent et s'étiolent.

Au milieu de telles irrégularités, n'y a-t-il pas une loi, ou peut-être des lois dont l'enchevêtrement cause le désordre apparent des faits? Essayons de les dégager en contemplant non pas des exemples individuels, mais le tableau d'ensemble des variations glaciaires dans les Alpes suisses pendant le cours du siècle actuel.

En dépouillant et en critiquant les anciennes observations dispersées dans la littérature alpine des trois premiers quarts du siècle, et en y joignant les observations modernes contenues dans nos quinze rapports annuels [1], nous pouvons tracer, dans leurs grandes lignes, les allures des glaciers des Alpes centrales pendant le XIXme siècle.

[1] F.-A. Forel. Les variations périodiques des glaciers des Alpes. Rapports annuels publiés dans l'*Écho des Alpes,* XVII et XVIII, Genève, 1881 et 1882, et dans le *Jahrbuch des Schweizer Alpen Clubs,* XVIII à XXX, Berne, 1883 à 1895.

Avant 1811, nous n'avons pas d'observations valables sur l'ensemble des glaciers suisses.

A partir de 1812, phase de crue générale qui amène, vers 1818, 1820 ou 1825, suivant les glaciers, à un état de maximum ; les glaciers ont atteint partout de très grandes dimensions; pour beaucoup, c'est la plus grande extension connue dans l'époque historique. D'après l'affirmation des auteurs, il semble que cette crue a été reconnue sur tous les glaciers ; aucune exception n'est signalée d'une manière authentique. Appelons cet épisode le maximum du premier quart du siècle.

Après ce maximum qui, ainsi que je viens de le dire, a eu lieu à des dates différentes suivant les glaciers, a commencé une décrue, mal marquée, peu générale, qui a été suivie par une crue tout aussi indécise, tellement qu'il est impossible de fixer l'époque du minimum, aussi bien pour les glaciers considérés individuellement que pour l'ensemble des glaciers des Alpes. Les variations de longueur ont abouti à un nouvel état de maximum pour bon nombre de glaciers vers 1840, 1850 et 1860, disons vers le milieu du siècle.

A partir de ce maximum, qui, pour beaucoup de glaciers, a été fixé à l'année 1855 ou 1856, phase de décrue générale très nette, très intense, très prolongée, décrue pour les glaciers qui ont eu un maximum authentique vers 1850, décrue pour ceux chez lesquels ce maximum ne s'est pas manifesté. Vers 1870, tous les glaciers des Alpes, sans exception certaine connue[1], étaient en décrue.

[1] D'après le dire d'un montagnard, le glacier de Sasso Nero, val Peccia, Tessin, ne se serait mis en décrue qu'en 1880 (F.-A. F., XIVe rapport).

A partir de 1875, nous avons constaté les indices d'une nouvelle période. Les uns après les autres, un certain nombre de glaciers se sont mis successivement en phase de crue. Le glacier des Bossons (groupe du Mont-Blanc) a, le premier, commencé à s'allonger en 1875 ; en 1878, la Brenva; en 1879, le Trient et Zigiovenove, etc., etc. Le développement de cette phase de crue continue encore actuellement. Elle n'est pas générale ; à côté de glaciers en crue manifeste, des glaciers, leurs voisins, continuent à décroître ; tel groupe de montagnes a tous ses glaciers en crue, tel autre tous ses glaciers en décrue. Je puis caractériser cette inégalité dans la manifestation de la crue en ces termes : tous les glaciers du Mont-Blanc, la moitié de ceux du Valais, un quart de ceux de l'Oberland bernois, quelques glaciers des Alpes grisonnes et autrichiennes se sont mis en crue dans les vingt ans de 1875 à 1895 ; pour les autres, aucun indice de croissance n'est encore devenu apparent.

Enfin, dans les deux dernières années 1893 et 1894, quelques-uns des glaciers qui avaient fait cette poussée du dernier quart du siècle se sont mis positivement en décrue. Leur front a commencé à reculer, ils diminuent d'épaisseur ; le glacier du Rhône qui, avant 1893, semblait être stationnaire et promettait une mise en crue probable, a recommencé à décroître avec une nouvelle ardeur. Il paraît que, pour ces glaciers, la phase de crue est terminée, et que la décrue a sérieusement commencé.

Ces variations s'expriment par le tableau suivant :

Crue générale, de 1811 à 1818.
Grand maximum du 1er quart du siècle, de 1818 à 1825.
Décrue ou état stationnaire, de 1818 à 1830 et 1840.
Minimum, vers . . . . .

Crue ou état stationnaire, de 1830 à 1850, 1860 et 1870.
Maximum du milieu du siècle, 1850, *1856*, 1870.
Grande décrue générale, de 1850 et *1870*, à. . . . .
Minimum, vers. . . . .
Petite crue de fin du siècle, de 1875 à 1893 et . . . . .
Maximum pour quelques glaciers (?), 1893.
Petite décrue de fin du siècle (?), 1893 à . . . . .

Tel est, résumé en quelques phrases, ce que nous savons de plus positif sur les variations des glaciers du pays montagneux le mieux étudié jusqu'à présent. Je ne crois pas qu'il soit possible, pour le moment, de faire une généralisation plus complète pour aucune autre contrée glaciaire. C'est peu de chose. Les traits de ce tableau sont peu précis. Nous pouvons cependant en tirer quelques grandes lignes.

1° Les variations des glaciers sont individuelles. Chaque glacier a ses allures spéciales ; ses phases de crue et de décrue, ses états de maximum et de minimum lui appartiennent en propre. Deux glaciers voisins, les divers glaciers d'une même vallée, d'un même groupe de montagnes n'ont pas nécessairement la même histoire.

Conclusion pratique : L'observation d'un seul glacier ne suffit pas à renseigner sur les variations de l'ensemble des glaciers d'un pays.

2° Au milieu des inégalités individuelles, des allures particulières des divers glaciers, on arrive cependant à démêler des allures générales, des variations d'ensemble des glaciers de la contrée. Cela est très bien marqué en certains temps : la grande crue du premier quart du XIXme siècle, le maximum de 1856, la grande décrue du

troisième quart du siècle, la crue locale des glaciers du Mont-Blanc dans le dernier quart du XIXme siècle. Quand tous les glaciers des Alpes suisses étaient en crue en 1818, quand tous les glaciers étaient en décrue en 1870, ils subissaient certainement des actions générales; il y avait là un phénomène d'ensemble.

Conclusion pratique : Il y a lieu d'étudier, par une généralisation convenable, les grandes allures des glaciers de l'ensemble de chaque contrée montagneuse.

3° Si j'analyse plus attentivement ces mouvements d'ensemble qui apparaissent au milieu de l'irrégularité des périodes de variation, voici comment je les apprécierai, toutes réserves faites sur la sûreté des conclusions, qui ne sont jusqu'ici appuyées que sur une ou deux répétitions du phénomène.

a) La phase de crue commence successivement, individuellement, pour chaque glacier. C'est l'un après l'autre que les divers glaciers d'un même groupe de montagnes entrent en phase d'allongement; c'est l'un après l'autre que les divers groupes de glaciers d'une même chaîne de montagnes commencent leur période.

b) La phase de décrue, au contraire, paraît commencer avec plus de simultanéité. C'est en 1856 que la grande majorité des glaciers qui étaient en crue au milieu du siècle ont commencé à diminuer de longueur; c'est en 1893 que la petite crue de fin du siècle s'est terminée sur plusieurs glaciers.

Autrement dit : l'état de minimum semble être individuel, l'état de maximum semble présenter un caractère de simultanéité mieux marqué. (Les observations ultérieures confirmeront-elles ces indices de loi? l'avenir nous l'apprendra.)

Conclusion pratique : C'est l'état de maximum dont il est le plus facile de préciser la date dans les périodes successives des variations glaciaires.

4° La durée des périodes est longue ; elle se mesure par dizaines d'années. Des faits constatés en Suisse pendant le siècle actuel, il résulte qu'en cent ans certains glaciers ont présenté trois états de maximum, d'autres deux seulement, quelques-uns peut-être un seul. La durée moyenne d'une période (d'un état de minimum à un autre) serait, d'après cela, de plus de trente ans, de moins de cinquante. Cette durée très prolongée des périodes semble aussi résulter des observations historiques des glaciers de Grindelwald et du Vernagt, qui remontent à plusieurs siècles en arrière. Jusqu'à meilleur avis, ce sera une valeur de 30 à 50 ans que nous attribuerons à la durée de ce phénomène périodique. Une périodicité d'une telle amplitude est évidemment d'observation difficile : elle demande longueur de temps, persévérance et patience. Cette durée correspond à la durée moyenne d'une vie d'homme ; elle la dépasse peut-être. Qu'est-ce que les 15 années de nos observations méthodiques suisses pour étudier les caractères d'une oscillation dont les battements se succédent à raison de deux à trois par siècle? nous n'en avons eu que la moitié tout au plus d'une période.

Conclusion pratique : Préparons-nous à de la patience, de la persévérance, de la prudence dans nos conclusions.

5° Vu le petit nombre de périodes dont nous possédons des résultats positifs, il nous est impossible, pour le moment, de reconnaître s'il y a isochronisme des périodes successives, s'il y a succession identique du développe-

ment des phases de plusieurs glaciers du même groupe dans les diverses périodes. En fait de synchronisme, nous n'en avons reconnu des indices, et encore sont-ils bien faibles, que dans l'époque de maximum de quelques glaciers (maximums de 1856 et 1893).

Conclusion pratique : Il y a encore beaucoup de faits non élucidés qui seront découverts par l'observation ultérieure.

Quelle est la cause de ces variations?

Le glacier est une masse d'eau à l'état solide, provenant des précipitations atmosphériques, neige ou givre [1]. La glace étant une substance semi fluide, de très faible fluidité, le glacier se déforme et s'écoule dans la vallée, mais avec une prodigieuse lenteur; le glacier en apparence immobile est une masse qui, nourrie dans ses hautes régions, tend à s'accroître indéfiniment en s'allongeant, en s'épaississant, en s'élargissant. D'une autre part l'attaque par la chaleur, dans les basses régions où son écoulement l'amène, transforme le glace en eau liquide, de fluidité parfaite, qui s'évacue facilement; le glacier en fusion se débarrasse immédiatement de ses parties liquéfiées qui sont emportées par le torrent glaciaire. Il tend à diminuer par son extrémité terminale. Deux facteurs d'action opposée régissent donc le volume du glacier: le facteur d'alimentation, le facteur de fusion.

Alimentation du glacier. Le glacier est formé par l'accumulation des couches de neige tombées sur les sommets des montagnes, neiges qui constituent les nevés et qui, se

[1] Les modifications que subissent les cristaux de neige pour se transformer en grain du glacier n'entrent pas en jeu dans les phénomènes que nous considérons ici.

transformant en glace, s'écoulent lentement dans les vallées. Plus les chutes de neige sont fortes plus le névé acquiert de l'épaisseur, plus le débit du fleuve glacé est considérable et son écoulement rapide. Si dans les variations climatériques il se produit une variation dans l'abondance des précipitations neigeuses, elle se manifestera par une variation dans le volume du glacier par le fait de son alimentation plus ou moins grande. Le volume du glacier sera en fonction directe de l'abondance des précipitations neigeuses.

Liquéfaction du glacier. En s'écoulant dans la vallée le glacier arrive dans une région où l'été est assez chaud pour que la chaleur attaque notablement la glace. Chaque année une couche plus ou moins forte de sa surface extérieure, de ses bords, de son front est transformée en eau qui s'écoule dans le torrent glaciaire. Tandis qu'il se construit dans ses régions supérieures, le glacier se détruit dans ses régions inférieures, et son épaisseur diminuant chaque année, il arrive au point où cette épaisseur est réduite à zéro et où le glacier finit. Plus la chaleur de l'été est forte, plus épaisse est la couche de glace ainsi détruite, plus puissante est ce qu'on appelle l'*ablation.* Si dans les variations climatériques il se produit une variation dans la chaleur des étés, elles se manifestera par une variation dans le volume du glacier par le fait de sa liquéfaction plus ou moins rapide. Le volume du glacier est en fonction inverse de la chaleur estivale.

Or ces deux facteurs, humidité atmosphérique et cha leur qui régissent le volume du glacier sont variables : sans parler des variations journalières et annuelles, ils présentent une périodicité cyclique ; la moyenne de l'humidité, la moyenne de la température d'une série d'an-

nées est tantôt plus élevée, tantôt moins élevée que la normale ; les différences individuelles très variables d'une année à l'autre laissent apparaître, si on étudie le climat par des procédés convenables, des variations périodiques plus ou moins régulières. Brückner dans son beau livre des *Klimaschwankungen* a évalué ce cycle à 35 ans environ. Si les facteurs varient indépendamment l'un de l'autre le produit varie nécessairement ; si l'alimentation et si la destruction des glaciers sont variables, le volume du glacier doit l'être aussi.

Pour que la résultante soit variable il faut que les facteurs soient indépendants l'un de l'autre ; or il est incontestable que les faits météorologiques, chaleur et humidité atmosphérique, réagissent directement l'un sur l'autre.

L'abondance de neige dépend non seulement de l'humidité relative de l'air, mais encore de la température de celui-ci. La quantité de vapeur d'eau dont l'air est capable est fonction directe de sa température. D'une autre part l'état solide des précipitations aqueuses dépend directement de la température ; au-dessus du degré zéro des thermomètres de Celsius ou de Réaumur elles ont lieu sous forme de pluie. Enfin la variabilité de la température est une condition de l'abondance des précipitations ; quànd la température est constante, la vapeur d'eau reste à l'état aériforme. Donc quand l'hiver est très froid quand il est court, quand la température y est constante les neiges sont peu abondantes ; et vice-versa un hiver peu rigoureux prolongé, et à grande variabilité de température, donnera de grandes épaisseurs de neige. D'après cela, alors même que c'est l'humidité de l'air qui est le facteur décisif de l'alimentation du glacier, l'importance

des précipitations neigeuses est sous une dépendance indirecte des faits de température.

D'une autre part, la liquéfaction de la glace est due à la chaleur. Mais l'action efficace des rayons solaires et la température de l'air qui doit agir par contact dépendent directement de la nébulosité, fait d'humidité. Quand le ciel est couvert, la radiation solaire est arrêtée par la couche des nuages et la température de l'air inférieur est moins élevée. La chaleur latente dégagée par la condensation directe de la vapeur d'eau sur le corps du glacier dépend aussi de l'état d'humidité de l'air. Par conséquent, alors même que c'est la chaleur qui est le facteur décisif de la liquéfaction du glacier, celle-ci est sous la dépendance indirecte de l'état d'humidité de l'air.

Enfin l'état anémométrique, le repos ou l'agitation de l'air qui agissent puissamment soit pour amener ou écarter les nuages chargés de neige, soit pour aggraver ou modérer les faits de liquéfaction du glacier, le régime des vents est intimément lié, comme cause et comme effet aux faits de chaleur et d'humidité atmosphérique.

Chaleur, humidité, vents, ces facteurs météorologiques se pénètrent mutuellement et réagissent les uns sur les autres. Il pourrait donc se faire que par une combinaison convenable, leurs actions opposées s'annulassent et que la résultante restât constante.

Mais si ces facteurs ont les relations intimes que nous venons d'indiquer, cependant, dans leurs effets sur le volume du glacier, ils fonctionnent d'une manière très indépendante.

Les deux facteurs dont la résultante se traduit par les dimensions du glacier ont leur action dominante dans les deux saisons opposées de l'année ; le facteur alimen-

tation est dû aux précipitations neigeuses de la saison froide, le facteur liquéfaction est dû aux chaleurs de la saison chaude.

Le lieu d'activité maximale de ces deux actions est de même aussi différent. L'alimentation du glacier se fait surtout dans les hautes régions, sur les sommets et dans les névés ; la liquéfaction du glacier dans la partie terminale de la vallée d'écoulement.

Enfin il est encore une différence importante entre les deux facteurs au point de vue du développement des réactions dans le temps. L'alimentation du glacier se fait essentiellement dans les hauts névés ; le névé s'écoule lentement dans les vallées, et c'est au bout de longues dizaines d'années que la glace partie des hauts sommets arrive à l'extrémité terminale du glacier. Les variations du facteur d'alimentation devront donc probablement être recherchées dans le passé, dans un temps fort éloigné du moment présent où nous constatons leur effet sur la grandeur du glacier. La liquéfaction de la glace a lieu au contraire essentiellement à l'extrémité terminale, c'est-à-dire dans les parties qui arrivent actuellement au lieu où nous étudions la variation de grandeur. L'alimentation du glacier est donc peut-être de réaction lointaine dans le temps, la liquéfaction de réaction immédiate ou actuelle.

A tous ces points de vue les deux facteurs opposés qui régissent les variations en volume du glacier sont donc essentiellement différents par leur nature, par l'époque de leur origine, par le lieu de leur action maximale et par la saison de leur activité. Ils sont absolument indépendants l'un de l'autre, et il n'est pas étonnant que leur résultante présente des caractères de grande irrégularité.

Quoiqu'il en soit, les facteurs, chaleur et humidité atmosphérique sont l'un et l'autre des faits météorologiques.

Les causes des variations en grandeur des glaciers doivent donc être cherchées dans les variations des conditions météorologiques. La grandeur relative des glaciers est un indice de la variation du climat.

Nous possédons donc dans le phénomène tangible, tombant directement sous l'observation des variations en grandeur des glaciers, un moyen direct de constater les variations possibles des grands facteurs météorologiques. Cela légitime l'attention du monde savant pour le phénomène que nous étudions.

Les études que la Commission internationale espère obtenir sur l'ensemble des glaciers du globe offriront un grand intérêt.

Tout d'abord les faits observés sur les glaciers si différents par leurs dimensions et les conditions de leur existence dans les diverses régions de la terre permettront d'établir une théorie du phénomène des variations en grandeur des glaciers et de leurs relations avec les faits météorologiques. Nous savons que cette relation est incontestable ; mais quelle est-elle ? Est-ce la chaleur, est-ce l'humidité de l'air qui est le phénomène dominant ? Nous savons que ce sont les variations périodiques dans les précipitations neigeuses et dans la chaleur estivale qui sont la cause des variations glaciaires ; mais à quelle époque devons-nous rechercher les réactions de la cause sur l'effet ? Pour la liquéfaction du glacier c'est certainement les variations actuelles de la chaleur qui sont à considérer ; mais pour l'alimentation du glacier, pour les variations

de son débit et de sa vitesse d'écoulement, sont-ce de même les variations actuelles et celles des années immédiatement antécédentes ? Ou bien sont-ce des variations éloignées dans le temps, des variations qui se sont accomplies il y a bien des dizaines d'années alors que la glace qui aujourd'hui arrive au front du glacier tombait sous forme de neige sur les hauts névés ? Cette question est difficile et la réponse n'en sera donnée que lorsque nous et nos successeurs auront accumulé de nombreuses observations faites dans des conditions différentes et soigneusement critiquées.

En second lieu ces variations glaciaires actuelles ont un grand intérêt pour le géologue. Lorsque nous les comprendrons mieux, elles nous expliqueront peut-être ces évènements considérables de l'histoire ancienne du globe que l'on appelle la période glaciaire ou les époques glaciaires; l'envahissement étrange, simultané ou successif, à une ou plusieurs reprises, de certaines régions alpines par des glaciers immenses dont nous ne possédons plus d'analogues que dans l'*Inlandsis* du Groenland. L'étude des périodes glaciaires actuelles élucidera certainement la compréhension des périodes glaciaires de l'ère quaternaire géologiques.

Au point de vue de la météorologie générale, de la climatologie, nos variations glaciaires ont aussi un très grand intérêt. Elles se manifestent aussi bien dans les glaciers de l'Himalaya et de la Nouvelle Zélande que dans ceux de l'Alaska, du Groenland, que dans le Caucase, les Alpes scandinaves, les Pyrénées et les Alpes du centre de l'Europe; mais ces manifestations sont-elles simultanées ou alternantes ? Y a-t-il coïncidence ou opposition, ou n'y a-t-il aucun rapport entr'elles ? Cette

question est de la plus haute importance, et elle aidera, quand nous pourrons y répondre, à résoudre le problème capital posé à la météorologie générale : les variations climatériques sont elles universelles, simultanées sur l'ensemble du globe, ou bien successives dans les diverses régions ? Ce qui revient à dire : sont elles de cause extérieure à la terre, de cause cosmique si elles apparaissent simultanément sur l'ensemble du globe ou bien de cause terrestre si elles alternent et se compensent dans les diverses régions du monde ? Quand nos études auront répondu à ces trois questions préliminaires :

« Les variations glaciaires sont-elles simultanées et de même signe, ou bien n'ont-elles pas de relations entre elles :

« *a*) dans les diverses chaînes de montagne d'un même continent ? (Alpes, Pyrénées, Alpes scandinaves, par exemple) ;

« *b*) dans les diverses régions du même hémisphère au nord de l'équateur ? (par exemple glaciers Européens, glaciers Nord-Américains, glaciers Asiatiques, glaciers polaires arctiques) ;

« *c*) dans les glaciers des deux hémisphères au nord et au sud de l'équateur, glaciers arctiques d'une part, glaciers antarctiques ? (Nouvelle Zélande, Sud-Amérique, régions polaires antarctiques). »

Quand nous aurons répondu à ces trois questions préliminaires, la météorologie générale et l'étude des variations de climat y auront certainement gagné une base importante pour des déductions d'un haut intérêt.

L'œuvre scientifique de la commission internationale qui aspire à embrasser dans son activité les glaciers des Alpes, des Pyrénées, du Caucase, de la haute Asie, de la

Scandinavie, de l'Islande, de l'Amérique du Nord, du Grönland, des régions polaires arctiques, de la Nouvelle Zélande, de l'Amérique du Sud, des régions polaires antarctiques, est donc de haute utilité et nous devons l'entreprendre avec courage, avec patience, avec persévérance.

Comment mener à bonne fin cette étude dans les conditions fort différentes représentées par les diverses régions glaciaires du globe? Il est difficile de donner des règles générales, et, pour le moment, nous ne croyons pas qu'une méthode unique et uniforme soit applicable. Voici quelques uns des procédés qui ont jusqu'à présent été mis en jeu pour l'étude des variations glaciaires; nous n'indiquerons pas les variantes de méthode qui peuvent différer suivant les conditions locales:

1. *Méthode du glacier du Rhône*, exécutée par les ingénieurs du Bureau topographique fédéral pour le compte du Club Alpin Suisse et de la Société helvétique des sciences naturelles. Chaque année, au commencement de septembre on lève le plan de la langue du glacier, et l'on mesure la superficie du terrain mis à nu par la retraite du glacier, ou envahie par celui-ci dans son avancement; cela donne les variations de la longueur. En même temps on fait un nivellement des profils en travers du glacier et du névé, suivant des alignements toujours les mêmes; cela indique les variations du volume du glacier. Enfin on mesure l'avancement annuel de repères placés chaque année sur les mêmes profils; cela donne les variations de la vitesse d'écoulement. Cette méthode est la plus complète; elle a l'inconvénient d'être fort dispendieuse.

2. *Méthode des forestiers suisses*. En avant du front du

glacier, deux repères fixes, placés sur les deux rives de la vallée, établissent une ligne de base, De cette ligne les distances de quelques points principaux situés sur le front du glacier sont mesurées chaque année au commencement de septembre et leur position est indiquée en abscisses et ordonnées. Un croquis à échelle convenable accompagne le rapport et indique les variations en longueur du glacier.

3. *Méthode photographique,* mise en jeu par M. Joseph Tairraz, à Chamonix. Chaque année, à la même saison (septembre ou octobre) une vue photographique du front du glacier est levée avec le même appareil, du même point de pose. La comparaison des vues successives montre les variations en grandeur du glacier. Ces variations sont en général trop peu accentuées pour apparaître facïlement d'une année à l'autre sur des vues de front; elles ne se constatent souvent qu'au bout de plusieurs années. Une série prolongée de ces vues de front est très instructive.

Des vues de profil de l'extrémité terminale du glacier montreraient bien plus facilement les variations de la longueur. Mais pour les glaciers à variations rapides le choix du lieu de pose serait souvent bien difficile.

La combinaison de vues de front et de vues de profil est certainement très recommandable.

4. *Cartes topographiques.* La comparaison des cartes topographiques levées à des époques différentes donne des renseignements précieux sur l'importance des variations. Malheureusement cette méthode (la seule utilisable jusqu'à présent pour les glaciers difficilement abordables, comme ceux des régions polaires) n'indique pas les dates du début et de la fin des phases, les dates du maximum ou du minimum de la longueur des glaciers. Or ce sont ces

dates qui ont le plus de valeur pour une comparaison utile du phénomène des variations considéré dans des pays différents.

5. *Observations de naturaliste.* L'aspect des moraines indique souvent avec netteté si un glacier est en crue ou en décrue. Si le glacier est en crue les moraines frontales sont refoulées, bousculées, les moraines latérales sont en contact avec le glacier; tout montre une activité croissante dans le transport des matériaux apportés par le glacier. Si le glacier est en décrue les moraines, aussi bien les frontales que les latérales, sont séparées de la glace par un espace libre plus ou moins large. A côté de ces symptômes les plus évidents de l'état du glacier, il est une foule de détails d'observation, qui aident à confirmer la certitude; ils varient avec chaque glacier et doivent être laissés à l'expérience et au tact du naturaliste.

6. *Témoignages.* En consultant les souvenirs des montagnards voisins du glacier, on obtient souvent des renseignements intéressants sur les dates critiques des variations de longueur, sur les époques du dernier maximum ou du dernier minimum. Une enquête intelligente donne souvent des résultats précieux. Il dépend du tact du naturaliste de critiquer ces témoignages, malheureusement trop souvent peu précis, de les appuyer les uns sur les autres, de les corriger les uns par les autres, et de tirer des conclusions justes et certaines de témoignages individuels qui ont tous leur part d'incertitude et d'erreur. J'ai moi-même pendant longtemps utilisé cette méthode et elle a donné des résultats certainement utiles et satisfaisants.

Ainsi que je l'ai dit, chacune de ces méthodes peut-être appliquée avec des variantes différentes suivant les temps

et les lieux. Les conditions de mensuration, d'observation et d'étude sont si différentes d'un pays à l'autre, d'un glacier à l'autre, que nous devons laisser à nos collaborateurs la plus grande indépendance pour agir pour le mieux des intérêts scientifiques qui leur sont confiés.

L'œuvre que la Commission internationale des glaciers a devant elle est grande et intéressante : elle est difficile. Abordons-la avec calme, courage et dévouement. Pour commencer, traitons le problème le plus simplement possible et bornons-nous à récolter tous les faits historiques qui peuvent nous faire connaître les variations glaciaires dans le passé[1], et à instituer des observations qui nous les fassent connaître dans le présent et dans l'avenir. Quand cette base aura été solidement établie, les questions subsidiaires de cause, d'effet, de relations avec d'autres phénomènes, les questions théoriques, etc., se présenteront tout naturellement à nos études, et nous, ou nos successeurs, les traiterons à mesure qu'elles se développeront devant nous.

Nous invoquons pour ces travaux la sympathie et la collaboration de tous les travailleurs, physiciens, naturalistes, alpinistes ou explorateurs des régions polaires, l'appui aussi des Académies et des gouvernements ; leur concours nous est nécessaire pour mettre en train et pour mener à bonne fin la belle entreprise que nous avons reçu pour mission d'organiser. Ce concours ne nous fera pas défaut.

[1] Excellent exemple à suivre : E. Richter. Geschichte der Schwankungen der Alpengletscher. *Zeitschrift des D. u. Oe. Alpenvereins*, XXII, Wien 1891.

RECHERCHES

SUR LA

RÉFRACTION ET LA DISPERSION

DES

RADIATIONS ULTRAVIOLETTES

DANS QUELQUES SUBSTANCES CRISTALLISÉES

PAR

G.-Adolphe BOREL.

Avec planche III.

(Suite et fin[1]*.)*

TROISIÈME PARTIE

INDICES DU SULFATE DE MAGNÉSIE DANS L'ULTRA-VIOLET

Le sulfate de magnésie étant une substance à deux axes optiques, il y a trois indices principaux à mesurer. L'orientation des prismes n'est plus arbitraire, comme pour les substances monoréfringentes, mais doit être parfaitement déterminée par rapport aux trois axes d'élasticité du cristal. Elle peut se faire de deux manières :

1° Le plan bissecteur du prisme contient un des axes

[1] Voir *Archives*, t. XXXIV, p. 134.

d'élasticité : chaque prisme ne donne en général qu'un des trois indices principaux.

2° Le plan bissecteur est parallèle à une section principale du cristal ; chaque prisme donne deux indices. Deux prismes bisséqués chacun par une section principale différente suffisent pour déterminer les trois indices. Un troisième prisme bisséqué par la troisième section principale donne un contrôle de l'orientation des deux premiers.

Le prisme n° 1 a seul été taillé dans les conditions 1° ; il a son arète parallèle à l'axe d'élasticité moyenne.

Le sulfate de magnésie cristallise dans le système rhomboïdal droit ; il présente généralement les quatre faces du prisme et quatre faces d'un sphénoèdre. Il n'est donc pas très difficile de tailler les prismes dans les conditions exigées par la seconde méthode. Pour avoir, par exemple, un prisme d'environ 59° bisséqué par le plan macrodiagonal, je diminuais d'abord de 15° l'angle dièdre du cristal qui est d'environ 89°, en n'usant qu'une seule des deux faces. Lorsque le goniomètre d'application de Carangeot montrait que ce résultat était atteint, je diminuais cet angle encore de 15° en limant exclusivement l'autre face. Le polissage se faisait ensuite comme pour les prismes monoréfringents, sur une plaque de verre dépoli.

Pour avoir un prisme bisséqué par le plan brachydiagonal, j'opérais sur l'angle dièdre de 91° comme je l'avais fait pour celui de 89°.

Enfin, pour avoir un prisme dont le plan bissecteur fût parallèle à la base, je laissais une face du sphénoèdre intacte et taillais un plan qui lui fût symétrique par rapport à la base. Je diminuais ensuite l'angle dièdre ainsi obtenu en usant comme précédemment chaque face de quantités égales.

Pour que la taille à la lime puisse se faire commodément, et que l'orientation du prisme ne change pas pendant le polissage, il est nécessaire que les cristaux aient des dimensions assez considérables. Comme ceux dont je disposais avaient tous plus d'un cm^3, et que le goniomètre de Carangeot permet d'évaluer facilement le demi degré, l'erreur d'orientation de mes prismes ne doit pas dépasser deux degrés.

Comme chaque prisme donne deux spectres souvent difficiles à distinguer l'un de l'autre, j'en ai parfois éteint un au moyen d'un gros polariseur [1] placé entre le collimateur et le prisme.

Les six premiers prismes ont été taillés dans six cristaux différents; les prismes 1 et 2 ont été taillés ensuite suivant une nouvelle orientation, ce sont les prismes 8 et 7.

Voici le tableau des prismes avec leur orientation et les indices qu'ils donnaient :

Prismes n° 2 et 3 plan bissecteur parallèle au plan macrodiagonal. Indices maximum γ et moyen β.

Prismes n° 4, 5, 6 plan bissecteur parallèle à la base. Indices maximum γ et mininum α.

Prismes n° 7 et 8 plan bissecteur parallèle au plan brachydiagonal. Indices moyen β et minimum α.

Le plan des axes optiques est donc parallèle à la base.

Dans les tableaux qui suivent j'ai ramené tous les indices à la température de 20° avant d'en prendre la moyenne. Pour effectuer cette réduction j'ai employé

[1] Voir pour la construction de ce polariseur destiné spécialement à l'étude du spectre ultra- violet : *J. L. Soret et Sarasin*: Recherches sur la polarisation rotatoire du quartz. *Archives* 1882 VIII, p. 111.

pour chaque prisme les coefficients de variation apparente, observés sur le prisme de même orientation, inscrits à gauche dans le tableau X.

Pour l'indice maximum γ j'ai par exception, tenu compte de la série I, parce qu'elle a été mesurée sur les clichés doubles de la série β III.

Voir le tableau de la biréfringence et de l'angle des axes optiques à la fin de la quatrième partie.

TABLEAU VII.

INDICE MAXIMUM γ

Prismes			D		9		10	11	12	17		18	23		24
N° 2.	67° 1′	I	1.460 70	22° 2	1.479 43	20°	1.482 03	1.483 27	1.486 67	1.502 38	20° 1	1.510 99	1.528 46	20° 2	1.532 72
3.	58 51	II	1.460 60	20	1.479 22	19 5	1.481 82	1.483 05	1.486 33	1.502 07	20	1.510 60	1.528 10	20	
4.	66 58	III	1.460 53	25 5	1.479 13	23 8	1.481 78	1.483 06	1.486 51	1.502 08	24	1.510 81	1.528 04	24 2	1.532 36
5.	55 6	IV	1.460 80	19 7	1.479 49	20 6	1.482 13	1.483 42	1.486 81	1.502 35	20 5	1.511 11	1.528 85	20 5	1.532 71
6.	61 55	V	1.460 81	20 3	1.479 62	15 9	1.482 03	1.483 29	1.486 70	1.502 46	15 4	1.511 07	1.528 41	17	1.532 66
Moyennes à		20°	1.460 72		1.479 37		1.481 95	1.483 21	1.486 60	1.502 26		1.510 91	1.528 38		1.532 62

TABLEAU VIII.

INDICE MOYEN β

Prismes.			D		9		10	11	12	17		18	23		24
N° 1.	53°59′	I			1.473 7	22° 2	1.476 4	1.477 8	1.480 5	1.496 3	20° 5	1.505 3	1.522 0	20° 7	1.526 5
		II	1.455 23	22° 4	1.473 57	21 6	1.476 15	1.477 32	(1.479 97)	1.496 28	21 8	1.505 01	1.521 46	22	
N° 2.	67 1	III	1.455 26	22 2	1.473 52	20	1.476 19	1.477 42	1.480 77	1.496 53	20 1	1.504 93	1.522 36	20 2	1.526 62
3.	58 51	IV	1.455 18	20	1.473 55	20	1.476 10	1.477 36	1.480 67	1.496 20	20	1.504 72	1.522 26	20	
7.	60 18	V	1.455 25	19 7	1.473 85	15 6	1.476 38	1.477 61	1.480 89	1.496 60	15 4	1.505 04	1.523 18	15 2	
8.	65 26	VI	1.455 60	13 3	1.474 15	6 8	1.476 76	1.478 01	1.481 42	1.496 83	5	1.505 51	1.522 94	7	1.527 09
		VII	1.455 40	16 2	1.473 62	17 4	1.476 40	1.477 49	1.480 90	1.496 39	17 4	1.505 05			
Moyenne à 20° . . .			1.455 25		1.473 56		1.476 18	1.477 39	1.480 74	1.496 31		1.504 89	1.522 29		1.526 56

Tableau IX.

INDICE MINIMUM α

Prismes.			D		9		10	11	12	17		18	23		24
N° 4.	66° 58′		1.432 16	25° 4											
5.	55 6	I	1.432 31	19 7	1.449 2	17° 8	1.451 7	1.452 8	1.456 0	1.470 7	17° 6	1.478 8	1.495 3	17° 4	1.499 3
»		II	1.432 22	17	1.449 11	22 5	1.451 54	1.452 74	1.455 92	1.470 35	22	1.478 53	1.494 96	22	1.499 05
»		III			1.449 35	4 5	1.451 76	1.452 90	1.456 10	2.470 56	7 5	1.478 73	1.494 97	8 5	1.499 06
6.	61 55	IV	1.432 31	20	1.449 24	16 2	1.451 65	1.452 83	1.455 98	1.470 67	16	1.478 86	1.495 12	15 7	1.499 14
7.	60 18	V	1.432 20	19 5	1.449 30	16 1	1.451 66	1.452 82	1.455 90	1.470 61	16	1.478 59	1.495 22	15 8	1.499 23
8.	65 26	VI	1.432 54	15	1.449 65	5 8	1.452 10	1.453 26	1.456 47	1.470 95	5 5	1.479 29	1.495 58	6 5	1.499 50
»		VII	1.432 39	16 4	1.449 26	17 2	1.451 69	1.452 86	1.456 05						
Moyenne à 20°...			1 432 26		1.449 16		1.451 58	1.452 75	1.455 91	1.470 46		1.478 63	1.495 01		1.499 04

Influence de la température sur les indices du SO_4Mg.

Profitant des jours froids de l'hiver 1894-95, j'ai cherché à déterminer l'influence de la température sur les indices du sulfate de magnésie. Sans rien changer au réglage du prisme, j'ai fait deux séries successives de mesures : une à la température la plus élevée que la salle pouvait atteindre (17° à 30°), une seconde à la température la plus basse que l'on pût obtenir en ouvrant les fenêtres (2° à 5°). C'est ainsi qu'ont été faites les séries

β VI et VII, α II et III, α VI et VII.

En tenant compte de la variation de l'angle du prisme on obtient les cœfficients :

$\Delta_{n\beta}=-0{,}00003$ $\Delta_{n\alpha}=-0{,}000029$ $\Delta_{n\alpha}=-0{,}000023$

Mais j'ai abandonné cette manière d'opérer un peu longue, pour une autre plus courte et plus précise, où, au lieu de mesurer les indices aux diverses températures, j'étudiais les variations qu'ils subissent lorsqu'on passe d'une température à l'autre.

Lorsque j'avais obtenu une température constante (t) pendant au moins une heure, je faisais une première pose, le prisme et la lunette étant au minimum de déviation pour le groupe 9, 10, 11. Après avoir amené toute la salle à la nouvelle température d'expérience (t') et avoir attendu au moins pendant une heure que le prisme eût pris cette nouvelle température, je faisais une seconde pose sans rien changer à l'appareil. Chaque cliché portait ainsi deux fois le groupe visé. La valeur linéaire de six minutes ayant été préalablement déterminée, il était facile d'exprimer en minutes et secondes la variation ($\delta-\delta'$) de

la déviation entre les températures t et t'. Je calculais les indices n et n' correspondant aux déviations δ et δ', d'où je tirais le cœfficient :

$$\Delta n = \frac{n - n'}{t - t'}$$

Mais les résultats des observations faites sur trois prismes différemment taillés, qui sont transcrits dans la moitié gauche du tableau X, sont loin d'être concordants. Il paraît donc que les variations que subissent les angles des prismes ne sont pas négligeables. Comme les cœfficients de dilatation du $SO_4\,M_g$ ne sont pas connus, j'ai déterminé la variation $\Delta\varphi$ de l'angle de chaque prisme en mesurant cet angle à 0° et à 20°. La moyenne de vingt pointés à chaque température m'a donné :

Prisme 3.	$\Delta\varphi = +\ 3''8$	Pour une élévation
» 6.	$\Delta\varphi = +\ 6''2$	de température
» 8.	$\Delta\varphi = -\ 4''5$	de 1°.

La variation absolue de chaque indice, calculée au moyen de ces données, est transcrite dans le tableau suivant, à droite.

Tableau X.

Variation négative des indices du sulfate de magnésie lorsque la température s'élève de un degré.

(Unités de la 5me décimale).

	Observé.			Corrigé.		
	$\Delta\gamma$	$\Delta\beta$	$\Delta\alpha$	$\Delta\gamma$	$\Delta\beta$	$\Delta\alpha$
Prisme 3.	2.38	2.08		3.56	3.20	
	2.29	2.08		3.46	3.22	
	2.60	2.15		3.75	3.27	
	2.52	2.—		3.43	3.03	
	Moy. 2.45	Moy. 2.08				
Prisme 6.	1.82		1.01	3.63		2.70
	1.86		1.04	3.68		2.72
	1.74		1.—	3.56		2.70
	1.93		1.07	3.75		2.77
	1.81		1.01	3.64		2.72
	1.89		1.01	3.74		2.74
	1.97		0.83	3.78		2.61
	1.86		0.79	3.67		2.54
	1.90		0.88	3.74		2.62
	1.83		Moy. 0.96	3.66		
	1.77			3.60		
	1.85			3.68		
	Moy. 1.85					
Prisme 8.		4.87	3.71		3.56	2.49
		4.64	3.73		3.33	2.50
		4.85	3.82		3.54	2.58
		4.35	3.95		3.05	2.66
		4.40	3.82		3.09	2.58
		4.25	3.62		2.97	2.33
		Moy. 4.56	3.65			2.33
			3.61			2.38
			3.69			2.45
			3.55			2.32
			Moy. 3.71	Moyes 3.64	3.23	2.56

Appendice relatif à l'influence de la température sur les indices du quartz.

L'influence de la température sur les deux indices du quartz a été déterminée par M. Fizeau[1] pour la raie D :

$$\Delta\varepsilon = -0{,}0_5\,54 \qquad \Delta\omega - 0{,}0_5\,63$$

et par M. Müller[2] pour les principales raies de Frauenhofer :

	$\Delta\omega$	$\Delta\varepsilon$
B	$-0{,}0_5\,432$	$-0{,}0_5\,457$
C	402	454
D	432	485
b_1	437	460
F	426	462
$H\gamma$	459	467
h	455	493
H_1	531	488

D'après ces dernières mesures, il semble que les coefficients Δ augmentent du rouge au violet. J'ai essayé de les déterminer dans l'ultra-violet; mais, à cause de la petitesse de ce coefficient et des écarts de température, qui n'ont que rarement atteint 24°, je n'ai pu faire aucune mesure précise.

Pour les raies 9, 10, 11, 12, ces coefficients sont du même ordre que pour le spectre visible $\Delta\omega = -0{,}0_5\,4$ et $\Delta\varepsilon = -0{,}0_5\,5$; pour les raies 17, 18, ils paraissent être plus faibles.

[1] *Ann. Chimie et Phys.* 1864 (4) II, p. 143.

[2] *Publicat. d. astrophys. Obs : z. Potsdam*, 1885... 4 p. N° 3, 151.

QUATRIÈME PARTIE

INDICES DU SULFATE DE MAGNÉSIE DANS LE SPECTRE VISIBLE

Lorsqu'on veut étudier pour des radiations visibles les indices d'une substance biréfringente, il faut incontestablement préférer à la méthode du prisme, celle basée sur les phénomènes de réflexion totale. Et si on se propose de mesurer ces indices pour les raies de Frauenhofer, l'appareil le plus commode est le réfractomètre de M. C. Soret, à cause du grand spectroscope à vision directe dont il est muni.

C'est cet appareil que j'ai employé avec les mêmes dispositifs en fait d'héliostat, lentille collimatrice, prisme de comparaison, et les mêmes accessoires qui ont servi aux recherches de MM. C. Soret, F.-L. Perrot et F. Dussaud. (Voir Ch. Soret. *Eléments de cristallogr. phys.* Paris-Genève, 1893, p. 326.)

Je crois inutile de décrire ici en détail la méthode d'observation, vu que j'ai suivi dans les mesures la même marche que M. Perrot *(Arch. des sc. phys. et nat.*, 1891, XXV, 26). Dans quelques cas où les limites n'étaient pas bien nettes, j'en ai renforcé l'une ou l'autre en plaçant un prisme de nicol devant la fente du collimateur.

La grande variation qu'un changement de température amène dans l'indice du sulfure de carbone (—0,00082 par degré), tandis que l'indice du prisme de comparaison ne varie que de quantités négligeables, permet de déterminer aisément la température pendant la durée des me-

sures[1]. En effet, si l'on a calculé pour différentes températures l'angle limite de réflexion totale sur le prisme de comparaison pour la raie D, il suffira de faire de temps en temps un pointé double sur ce prisme pour la raie D pour connaître la température avec une approximation suffisante.

J'ai observé quelquefois le phénomène des *cordes* signalé par MM. Soret[2] et Perrot[3]; j'ai alors pointé entre la *corde* et le rideau sombre.

Le cristal n° 2 mesurait environ 1^{cm^2}. Les nos 3, 4, 5, sont des fragments détachés des prismes; enfin, une solution m'a donné deux dépôts; les nos 6 et 7 proviennent du premier dépôt, les nos 8 et 9 du second.

[1] C. Soret. *Archives* 1884. (3) XII, p. 563.
[2] *Archives*, 1891, (3) XXVI, p. 541.
[3] *Archives* 1893 (3) XXIX, p. 136.

TABLEAU XI.

INDICE MAXIMUM γ

	α		B		C		D		b		F		G	
2*a*.					1.458 78	18°8	1.460 82	20°5	1.464 68	20°	1.466 42	22°6		
2*b*.			(1.456 33)	22°2										
3.							1.461 16	20 6						
4*a*.	1.456 85	22°6					1.460 81	22						
4*b*.	1.456 78	23	1.456 89	20 4	1.458 29	23 6	1.461 15	21 8	1.464 49	23	1.466 54	21 6		
5.			1.457 15	22 9	1.457 84	24	1.460 89	22 7	1.464 39	23	1.466 52	22	1.468 45	23°4
6*a*.	1.456 37	22 6	1.457 33	22 2	1.458 43	22 8	1.460 95	23 2	1.464 40	24 2	1.466 39	24 2	(1.473 31)	24
6*b*.													1.468 65	26 2
7*a*.	(1.457 32)	22 4											1.469 60	24 2
7*b*.			1.457 29	23 5	1.458 30	24 7	1.460 96	25 8	1.464 23	26 8	1.466 69	26 2		
8*a*.							1.461 26	22 2						
b.							1.460 66	26 6						
9.					1.458 32	24	1.461 09	23					1.470 37	24
Moyennes à 20°	1.456 76		1.457 25		1.458 44		1.461 08		1.464 56		1.466 63		1.469 43	

TABLEAU XII.

INDICE MOYEN β

	a		B		C		D		b		F		G	
2a.					1.453 73	19°2	1.455 77	20°	1.459 39	20°4	1.461 20	22°4		
2b.			(1.452 93)	22°2										
3.							1.456 13	19 6						
4a.	(1.452 15)	22°8					1.455 59	22 4						
4b.	1.451 57	23 4	1.451 96	21	1.453 00	23 8	1.455 27	22	1.458 99	23 4	1.461 24	22	1.463 69	22°8
5			1.452 03	23 1	1.452 64	24	1.455 21	23	1.458 42	23	1.460 85	22 2	1.464 50	23
6.	1.451 49	22 4	1.452 34	22 2	1.453 03	23	1.455 27	23 3	1.458 75	24 6	1.460 67	24		
7a.	1.451 86	23 4												
7b.			1.452 39	23 8	1.453 12	25	1.455 24	26 1	1.459 10	27	1.461 05	26 4		
8a.							1.455 58	23 2						
8b.							1.454 97	26 6						
9.	1.451 87	27			1.453 15	24 1	1.455 65	23 6					1.464 20	26 2
2c.							1.455 27	21 2						
Moyennes à 20°	1.451 82		1.452 26		1.453 21		1.455 54		1.459 05		1.461 11		1.464 26	

TABLEAU XIII.

INDICE MINIMUM α

	a		B		C		D		b		F		G	
2a.					1.431 07	18°4	1.433 24	20°	1.435 78	20°8	1.437 59	22°2		
2b.	1.429 43	20°4	(1.430 46)	19°2										
3.					1.431 07	22 4	1.433 36	19 4						
4a.							1.433 12	22 4					1.441 31	20°3
4b.	(1.428 83)	23 3	1 429 67	21 2	1.430 42	23 6	1.432 50	22	1.436 21	23	1.437 51	22 2	1.439 71	23
5.			1.429 80	23 4	1.430 41	24	1.433 08	23	1.435 82	22 8	1.437 60	22 4	1 440 87	23 2
6a.	1.429 82	22 4	1.429 99	22 4	1.430 46	23	1.432 68	23 4	1.436 04	24 4	1.438 10	24	(1.442 97)	24
6b.													1.440 36	26 4
7a.	1.429 01	24											1.438 67	25
7b.			1.429 92	24	1.430 12	25 5	1.432 50	26 2	1.435 85	27 6	1.437 57	26 5		
8a.							1 432 28	23 6						
8b.							1.432 34	26 3						
9.	1.429 29	26 3			1.430 62	24 3	1.432 52	24					1.438 49	25 6
Moyennes à 20°	1.429 47		1.429 91		1.430 67		1.432 84		1.436 03		1.437 76		1.440 00	

Comme comparaison, voici quelques déterminations faites par d'autres expérimentateurs :

		γ	β	α	2V
Kohlrausch (21°)	D	1,4612	1,4553	1,4324	51° 5′
Fock	D	1,4602	1,4549	1,4319	51°28′
Topsoë et Christiansen.	C	1,4583	1,4530	1,4305	
» »	D	1,4608	1,4554	1,4325	51°25′
» »	F	1,4657	1,4607	1,4374	

Comme vérification j'ai encore mesuré les indices pour la raie D au moyen du réfractomètre d'Abbe[1].

L'indice de la demi-boule, qui constitue dans cet appareil le milieu le plus réfringent, a été déterminé par comparaison avec deux plaques de quartz, en prenant soit le rayon ordinaire soit le rayon extraordinaire. La moyenne d'environ 70 pointés doubles a donné ($T = 20° — 25°$) :

$$N_D = 1,751\,89\ (\pm 7)$$

J'ai étudié un gros cristal (N° 1) qui présentait une face d'environ 3^{cm^2}, puis le cristal n° 2.

Chaque indice a été calculé au moyen d'une série de six pointés doubles.

	γ		β		α	
1*a*	1,46047	22°	1,45518	22°	1,43236	22°
1*b*	1,46030	28°7	1,45472	23°	1,43186	30°6
1*c*	1,46024	22°	1,45579	30°	1,43261	22°
2	1,46057	23°	1,45517	22°	1,43215	24°
Moyennes à 20°	1,46053		1,45534		1,43236	

J'ai réuni dans le tableau suivant les trois indices pour toutes les raies, en prenant pour D la moyenne des

[1] *Zeitsch f. Instrumentenkunde*, 1890, 245, 269. — C. Soret, *Eléments de Cristall.*, p. 330.

chiffres obtenus par les deux méthodes. Les colonnes suivantes donnent les différences $\gamma - \beta$, $\gamma - \alpha$ et $\beta - \alpha$. La dernière colonne donne l'angle 2V des axes optiques calculé (puisque le sulfate de magnésie est un cristal négatif) au moyen de la formule :

$$tang V = \frac{\alpha}{\gamma} \sqrt{\frac{\gamma^2 - \beta^2}{\beta^2 - \alpha^2}}$$

TABLEAU XIV.

	γ	β	α	γ—β	β—α	γ—α	2 V
a.	1.45676	1.45182	1.42947	0.00494	0.02235	0.02729	49°45′
B.	1.45725	1.45226	1.42991	499	2235	2734	49 57
C.	1.45844	1.45321	1.43067	523	2254	2777	50 48
D.	1.46090	1.45540	1.43255	550	2285	2835	51 35
b.	1.46456	1.45905	1.43603	551	2302	2853	51 28
F.	1.46663	1.46111	1.43776	552	2335	2887	51 11
G.	1.46943	1.46426	1.44000	517	2426	2943	50 25
Cd 9.	1.47937	1.47356	1.44916	581	2440	3021	51 20
10.	1.48195	1.47618	1.45158	577	2460	3037	50 59
11.	1.48321	1.47739	1.45275	582	2464	3046	51 8
12.	1.48660	1.48074	1.45591	586	2483	3069	50 52
17.	1.50226	1.49631	1.47046	595	2485	3180	50 33
18.	1.51091	1.50489	1.47863	602	2626	3228	50 27
23.	1.52838	1.52229	1.49501	609	2728	3337	49 51
24.	1.53262	1.52656	1.49904	606	2752	3358	49 33

Les différences $\gamma-\beta, \beta-\alpha, \gamma-\alpha$, croissent d'une manière assez régulière. Quant à l'angle des axes optiques, si l'on ne tient pas compte des trois premières raies, on a nettement la dispersion $\rho > \upsilon$. Ce résultat a déjà été indiqué par Descloiseaux et par M. C. Borel[1] qui a mesuré l'angle 2V sur 3 sphères :

2V rouge = 51°12 2V bleu = 51°54′

Genève, Laboratoire de Physique de l'Université
1893-1895.

[1] *Archives* 1893, XXX, p. 333.

RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE

DE L'ANNÉE 1894

POUR

GENÈVE ET LE GRAND SAINT-BERNARD

PAR

A. KAMMERMANN
Astronome à l'Observatoire de Genève.

(Suite et fin[1]*)*

3° *Pression atmosphérique.*

Le baromètre normal de Noblet a été nettoyé au mois de septembre 1892, et pendant la durée de cette réparation, ses indications avaient été remplacées par celles du baromètre de voyage Fastré, N° 39. Ce dernier avait également servi a établir la nouvelle correction du baromètre normal après son nettoyage. Cette nouvelle correction a été trouvée comme étant de $+ 0^{mm}43$.

Quoique cette détermination ait été faite avec le plus grand soin, une confirmation de cette correction était vivement désirée et l'on a profité de la présence à Genève, de M. Billwiller, Directeur du Bureau météorologique central suisse, pour déterminer à nouveau cette correc-

[1] Voir *Archives*, t. XXXIV, p. 158.

tion. M. Billwiller avait avec lui le baromètre de voyage à syphon de Fues sans numéro, et qui sert habituellement au Bureau central à repérer les corrections des baromètres des stations suisses. La correction obtenue de cette façon pendant un intervalle de temps relativement court, s'est trouvé être de + 0mm41. Le nombre des comparaisons faites en 1892 avec Fastré, N° 39 étant bien plus considérable, la correction de + **0mm43** a été maintenue.

Nous avions pris dans l'article précédent comme altitude du repère fondamental suisse de la Pierre du Niton la valeur de 376m860 au-dessus du niveau de la mer. C'est encore la valeur adoptée dans la dernière publication du Bureau topographique fédéral : « Les repères du Nivellement de précision » 3e livraison 1895, et c'est celle qui sert de base aux atlas Dufour et Siegfried.

M. R. Gauthier, directeur de l'Observatoire de Genève, nous fait remarquer que cette valeur est trop élevée et qu'il faut lui préférer celle qui est signalée dans la neuvième livraison du « Nivellement de précision de la Suisse » 1891 et qui est de 373m54.

Il en résulte que provisoirement *l'altitude absolue* de l'extrémité de la pointe d'ivoire qui plonge dans la cuvette barométrique est de **404m91**.

GENÈVE, 1894. — Pression atmosphérique.

ÉPOQUE	Hauteur moyenne	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1893	729,86	+0,08	-0,01	+0,01	+0,46	-0,39	-0,45	-0,01	+0,32
Janvier 1894 .	727,60	+0,36	+0,29	+0,17	+0,57	-0,39	-0,63	-0,32	-0,09
Février	731,43	-0,15	-0,15	+0,32	+0,58	-0,28	-0,66	-0,01	+0,31
Mars	726,39	+0,24	+0,09	+0,48	+0,61	-0,14	-0,77	-0,42	-0,08
Avril	723,85	+0,24	+0,12	+0,62	+0,55	-0,18	-0,92	-0,52	+0,09
Mai	723,96	+0,17	-0,09	+0,26	+0,28	-0,15	-0,56	-0,30	+0,37
Juin	728,42	+0,14	+0,03	+0,42	+0,28	-0,14	-0,51	-0,48	+0,26
Juillet	727,61	+0,23	+0,07	+0,47	+0,42	-0,07	-0,62	-0,60	+0,10
Août.	728,56	+0,14	-0,05	+0,29	+0,30	-0,09	-0,43	-0,37	+0,22
Septembre . .	728,00	+0,18	-0,20	+0,16	+0,50	-0,06	-0,54	-0,21	+0,17
Octobre	725,88	+0,19	-0,08	+0,14	+0,38	-0,36	-0,65	-0,08	+0,47
Novembre . . .	729,02	+0,08	+0,01	+0,17	+0,54	-0,17	-0,44	-0,20	+0,01
Hiver	729,57	+0,11	+0,05	+0,16	+0,54	-0,35	-0,57	-0,11	+0,18
Printemps. . .	724,74	+0,22	+0,04	+0,45	+0,48	-0,16	-0,75	-0,41	+0,13
Été	728,19	+0,17	+0,02	+0,40	+0,33	-0,10	-0,52	-0,48	+0,19
Automne . . .	727,61	+0,15	-0,09	+0,15	+0,47	-0,20	-0,55	-0,16	+0,22
Année	727,52	+0,16	0,00	+0,29	+0,45	-0,20	-0,60	-0,29	+0,18

SAINT-BERNARD. 1894. — Pression atmosphérique.

ÉPOQUE	Hauteur moyenne.	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1893.	563,63	+0,07	-0,15	-0,24	+0,17	-0,15	-0,11	+0,15	+0,27
Janvier 1894 . .	561,06	+0,14	-0,03	-0,08	+0,33	-0,22	-0,28	-0,01	+0,13
Février	564,63	+0,01	-0,26	-0,12	+0,08	-0,18	-0,20	+0,26	+0,44
Mars	561,69	+0,22	-0,26	-0,26	+0,02	-0,10	-0,11	+0,25	+0,27
Avril	562,00	+0,20	-0,18	-0,14	+0,01	-0,05	-0,16	+0,09	+0,23
Mai.	562,43	+0,10	-0,28	-0,22	-0,11	-0,02	-0,04	+0,15	+0,40
Juin	567,69	+0,65	-0,38	-0,26	-0,05	-0,01	-0,04	+0,20	+0,46
Juillet	568,87	+0,27	-0,20	-0,16	-0,02	-0,06	-0,09	+0,08	+0,20
Août	569,26	+0,13	-0,28	-0,26	-0,09	-0,06	-0,02	+0,17	+0,43
Septembre . . .	567,03	+0,31	0,00	-0,17	+0,04	-0,01	-0,13	-0,06	+0,06
Octobre.	563,95	+0,04	-0,31	-0,32	0,00	-0,08	-0,02	+0,25	+0,41
Novembre . . .	565,58	+0,24	-0,04	-0,06	+0,18	-0,17	-0,19	-0,02	+0,03
Hiver.	563,06	+0,08	-0,14	-0,15	+0,19	-0,18	-0,20	+0,13	+0,27
Printemps . . .	562,04	+0,17	-0,24	-0,21	-0,03	-0,06	-0,10	+0,17	+0,30
Été	568,62	+0,15	-0,29	-0,23	-0,05	-0,04	-0,05	+0,15	+0,36
Automne	565,50	+0,19	-0,12	-0,19	+0,07	-0,08	-0,11	+0,06	+0,17
Année	564,81	+0,15	-0,20	-0,19	+0,05	-0,09	-0,11	+0,13	+0,28

Si l'on prend la différence entre la pression atmosphérique observée à Genève et au Saint-Bernard, on trouve pour le poids de la couche d'air comprise entre les deux stations :

ÉPOQUE	Hauteur moyenne.	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
Hiver.	166,51	+0,03	+0,19	+0,31	+0,35	-0,17	-0,37	-0,24	-0,09
Printemps . . .	162,70	+0,05	+0,28	+0,66	+0,51	-0,10	-0,65	-0,58	-0,17
Été	159,57	+0,02	+0,31	+0,63	+0,38	-0,06	-0,47	-0,63	-0,17
Automne	162,11	-0,04	+0,03	+0,34	+0,40	-0,12	-0,44	-0,22	+0,05
Année	162,71	+0,01	+0,20	+0,48	+0,40	-0,11	-0,49	-0,42	-0,10

Si l'on compare la hauteur moyenne du baromètre pour chaque mois avec les valeurs moyennes déduites pour Genève des 40 années : 1836 à 1875, et pour le Saint-Bernard des 27 années : 1841 à 1867, on trouve les écarts suivants :

Epoque.	ÉCARTS Genève.	Saint-Bernard.	Genève–St-Bernard.
	mm	mm	mm
Décembre 1893 ...	+ 1,90	+ 1,31	+ 0,59
Janvier 1894......	+ 0,23	+ 0,57	— 0,34
Février	+ 4,59	+ 4,39	+ 0,20
Mars	+ 1,36	+ 1,98	— 0,62
Avril......... ...	— 0.92	+ 0,37	— 1,29
Mai	— 1,28	— 1,41	+ 0,13
Juin.............	+ 1,23	+ 0,58	+ 0,65
Juillet	— 0,04	+ 0,39	— 0,43
Août	+ 0,90	+ 0,86	+ 0,04
Septembre........	+ 0,37	— 0.42	+ 0,79
Octobre..........	— 0,62	— 0,65	+ 0,03
Novembre........	+ 3,17	+ 3,55	— 0,38
Année...........	+ 0,88	+ 0,93	— 0,05

A Genève, la hauteur barométrique moyenne est de 0mm88 supérieure à la normale ; au Saint-Bernard cet écart positif est encore un peu plus fort, soit de + 0mm93. Le signe des écarts est concordant dans les deux stations, sauf pour les mois d'avril, juillet et septembre. Ce signe est négatif à Genève pour les deux premiers de ces mois et positif au Saint-Bernard, tandis qu'en septembre le contraire a lieu.

Sur les douze mois de l'année on trouve à Genève 4 écarts négatifs ; ce sont ceux des mois d'avril, mai, juillet et octobre. Au Saint-Bernard on ne rencontre que trois écarts négatifs, ceux de mai, septembre et octobre.

L'écart positif le plus fort dans les deux stations est celui de février ; il atteint à Genève + 4mm59 et au St-Bernard + 4mm39. Ensuite vient un autre écart positif très fort celui de novembre : Genève + 3mm17 ; Saint-Bernard + 3mm55. L'écart négatif le plus fort a lieu dans les deux stations au mois de mai, où il est respectivement de — 1mm28 et — 1mm41.

Parmi les différences des écarts de Genève et du Saint-Bernard, on en trouve cinq négatives, celles des mois de janvier, mars, avril, juillet et novembre, contre sept positives. Les différences relatives ont été plutôt faibles ; la plus forte négative, en avril, n'atteint que — 1mm29, et la plus forte positive, en septembre + 0mm79, reste même au-dessous de 1mm.

Avec les données suivantes pour l'année 1894 : 727mm52 et 564mm81 pour la hauteur moyenne du baromètre dans les deux stations ; + 9°72 et — 1°11 pour la température moyenne ; 0.75 et 0.79 pour la fraction moyenne de saturation, on trouve, d'après les tables hypsométriques de E. Plantamour 2067m2, pour la différence d'altitude entre les deux stations. Le nivellement direct avec le niveau à lunette a donné 2070m3.

Les tableaux suivants renferment les données qui permettent d'apprécier la variabilité du baromètre dans chaque station, soit que l'on considère l'écart entre la hauteur moyenne du baromètre pour chaque jour et la valeur normale, ou la variation entre deux jours consécutifs, soit que l'on considère les maximum et les minimum absolus tels qu'ils ont été obtenus au moyen des barographes.

GENÈVE, 1894. — PRESSION ATMOSPHÉRIQUE.

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
				mm	mm	mm	mm	mm	mm
Déc. 1893 .	12	19	6	± 5,40	– 8,58 le 20	+14,19 le 16	± 3,05	– 8,01 le 20	+11,31 le 15
Janv. 1894.	13	18	9	3,73	– 9,25 le 6	+ 5,69 le 12	3,68	– 9,66 le 31	+ 7,04 le 19
Février . .	3	25	5	4,88	– 1,00 le 12	+11,31 le 5	2,09	– 4,11 le 24	+ 9,27 le 2
Mars	9	22	7	3,37	– 9,17 le 15	+ 6,28 le 23	2,08	– 6,00 le 13	+ 3,96 le 17
Avril	16	14	6	2,14	– 5,83 le 21	+ 3,07 le 10	1,73	– 5,76 le 21	+ 5,88 le 24
Mai	19	12	5	2,77	– 9,42 le 26	+ 3,31 le 8	1,74	– 3,86 le 26	+ 4,34 le 23
Juin	8	22	6	2,37	– 3,84 le 6	+ 5,05 le 30	1,55	– 3,12 le 27	+ 4,84 le 8
Juillet . . .	15	16	6	2,09	– 6,47 le 10	+ 6,03 le 1	1,21	– 5,96 le 10	+ 2,87 le 16
Août	9	22	8	1,64	– 3,77 le 15	+ 3,96 le 12	1,45	– 3,75 le 15	+ 4,21 le 17
Septembre.	12	18	7	2,01	– 4,09 le 25	+ 4,24 le 11	1,60	– 3,14 le 13	+ 4,99 le 7
Octobre . .	17	14	7	3,39	–10,18 le 20	+ 5,42 le 10	2,49	– 6,01 le 25	+ 9,17 le 21
Novembre .	8	22	6	4,06	– 6,38 le 15	+ 9,41 le 21	2,03	– 4,58 le 15	+ 7,40 le 16
Année . . .	141	224	78	± 3,15	–10,18 le 20 oct. 1894.	+14,19 le 16 déc. 1893.	± 2,06	– 9,66 le 31 janvier 1894.	+11,31 le 15 déc. 1893.

SAINT-BERNARD, 1894. — PRESSION ATMOSPHÉRIQUE.

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécut.	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
				mm	mm	mm	mm	mm	mm
Déc. . 1893	13	18	6	± 3,94	– 6,09 le 21	+13,34 le 16	± 2,36	– 5,60 le 20	+ 7,03 le 15
Janvier 1894	13	18	9	4,06	–10,18 le 3	+ 6,91 le 13	2,56	– 7,36 le 1	+ 4,89 le 25
Février . . .	3	25	5	4,88	– 1,68 le 13	+11,39 le 7	1,99	– 4,18 le 13	+ 8,44 le 2
Mars	8	23	4	3,83	– 9,50 le 15	+ 7,89 le 1	1,93	– 6,08 le 14	+ 4,53 le 8
Avril	13	17	5	3,03	– 5,56 le 21	+ 5,96 le 10	1,79	– 5,15 le 21	+ 4,19 le 24
Mai	21	10	6	2,57	–11,08 le 27	+ 2,65 le 16	1,76	– 5,31 le 26	+ 4,51 le 23
Juin	8	22	7	2,56	– 5,97 le 12	+ 5,21 le 25	1,73	– 4,37 le 11	+ 3,17 le 15
Juillet	13	18	7	2,57	– 6,06 le 11	+ 6,23 le 1	1,72	– 4,06 le 26	+ 3,08 le 16
Août	17	14	7	2,46	– 3,39 le 21	+ 6,13 le 24	1,21	– 2,41 le 7	+ 4,34 le 5
Septembre .	15	15	7	2,11	– 5,80 le 30	+ 5,00 le 1	1,76	– 3,83 le 9	+ 4,97 le 11
Octobre . . .	17	14	5	3,37	– 6,20 le 15	+ 5,44 le 31	2,12	– 5,37 le 25	+ 4,48 le 21
Novembre. .	8	22	6	3,84	– 3,66 le 9	+ 8,82 le 19	1,70	– 5,10 le 8	+ 4,66 le 17
Année. . . .	149	216	74	± 3,26	–11,08 le 27 mai 1894.	+13,34 le 16 déc. 1893.	± 1,89	– 7,36 le 1 janvier 1894.	+ 8,44 le 2 fév. 1894.

A Genève, le maximum moyen est de 741^{mm}03 et le minimum moyen de 705^{mm}05 ; les mêmes valeurs pour l'année 1894 sont de 743^{mm}02, observé le 16 décembre 1893 et de 712^{mm}71, observé le 20 octobre 1894. Le maximum de l'année 1894 dépasse donc d'environ 1^{mm} le maximum moyen ; tandis que le minimum est de 7^{mm}66 supérieur à la valeur normale. L'amplitude de l'excursion barométrique dans le courant de l'année 1894 est donc de 30^{mm}31, soit de 5^{mm}67 inférieure à l'amplitude normale.

Au Saint-Bernard, le point le plus bas atteint par le baromètre est de 549^{mm}15, le 15 mars, et le point le plus haut, de 575.80, le 16 décembre 1893, soit à la même date que dans la plaine. L'amplitude de l'excursion barométrique à la montagne est donc de 26^{mm}65, soit de 3^{mm}66 inférieure à celle observée dans la station de la plaine.

GENÈVE, 1894.

Époque.	Minimum. absolu.	Date.	Maximum. absolu.	Date.	Amplitude
	mm		mm		mm
Déc. 1893.	716,15	le 20	743,02	le 16	26,87
Janv. 1894.	717,37	le 6	735,15	le 12	17,78
Février ...	718.00	le 1	739,64	le 5	21,64
Mars	714,70	le 15	733,03	le 1	18,33
Avril.....	716,60	le 23	728,66	le 10	12,06
Mai	715,33	le 26	729,32	le 8	13,99
Juin......	720,69	le 6	733,16	le 30	12,47
Juillet	716,59	le 10	734,24	le 1	17,65
Août	722,33	le 15	732,88	le 12	10,55
Septembre.	721,84	le 25	733,59	le 7	11,75
Octobre...	712,71	le 20	732,89	le 10	20,18
Novembre.	717,83	le 12	736,41	le 21	18,58
Année....	712,71	le 20 oct. 1894.	743,02	le 16 déc. 1893.	30,31

SAINT-BERNARD, 1894.

Époque.	Minimum. absolu.	Date.	Maximum. absolu.	Date.	Amplitude
	mm		mm		mm
Déc. 1893..	554,90	le 21	575,80	le 16	20,90
Janv. 1894.	550,10	le 4	568,36	le 13	18,26
Février ...	555,96	le 13	572,70	le 8	16,74
Mars	549,15	le 15	567,96	le 1	18,81
Avril.....	554,90	le 21	567,01	le 10	12,11
Mai	552,73	le 27	567,05	le 16 et 17	14,32
Juin......	559,12	le 12	573,80	le 30	14,68
Juillet	560,93	le 11	574,37	le 1	13,44
Août	564,20	le 21	575,76	le 24	11,56
Septembre.	559,45	le 30	573,85	le 1	14,40
Octobre...	557,05	le 18	570,70	le 31	13,65
Novembre.	558,00	le 26	571,78	le 1	13,78
Année....	549,15	le 15 mars 1894.	575,80	le 16 déc. 1893.	26,65

GENÈVE, 1894. — Fraction de saturation en millièmes.

ÉPOQUE	1 h. m	4h.m.	7h.m.	10h.m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10h.s.	Fraction moyenne	Minimum absolu	Maximum absolu
Déc. 1893 .	896	908	895	849	786	783	845	873	854	520	1000, 17 fois
Janvier 1894	904	910	905	845	775	792	842	875	856	490	1000, 13 »
Février. .	862	895	903	775	652	641	761	827	789	390	1000, 7 »
Mars	798	830	823	640	541	534	647	734	693	270	970,
Avril	771	805	812	620	516	478	627	722	669	210	1000, 2 »
Mai	830	864	832	706	602	576	685	792	736	340	1000, 3 »
Juin	781	800	749	624	540	530	626	729	672	370	980,
Juillet . . .	767	799	750	610	553	490	613	736	665	280	1000, 1 »
Août	840	865	815	640	562	557	650	790	715	330	980,
Septembre .	871	891	879	689	633	604	750	838	769	440	980,
Octobre . .	854	879	885	762	645	668	783	833	789	290	1000, 8 »
Novembre .	893	904	885	827	764	782	851	864	846	430	1000, 16 »
Hiver. . . .	889	905	901	825	741	742	818	859	835	390	1000, 37 fois
Printemps .	800	833	822	656	553	530	652	750	700	210	1000, 5 »
Été	796	822	772	624	552	526	630	752	684	280	1000, 1 »
Automne . .	872	891	883	759	680	685	794	845	801	290	1000, 24 »
Année . . .	839	862	844	715	631	620	723	801	754	210	1000, 67 fois

4° *Humidité de l'air.*

L'humidité de l'air est fournie par la fraction de saturation seule, sans tenir compte de la tension de la vapeur d'eau. Pour pouvoir comparer approximativement les cas de saturation pendant l'année 1894 avec l'ancien système des observations bi-horaires, on a eu recours à la fréquence relative de saturation, soit au rapport entre le nombre de cas de saturation observés dans le courant du mois, et le nombre total d'observations. Ce procédé n'est pas très exact; mais comme il ne s'agit en somme que de cas accidentels, nous nous en contenterons encore cette année-ci.

Le tableau suivant fournit les écarts de la fraction de saturation et de la fréquence relative de la saturation avec la normale.

GENÈVE 1894.

	Fraction de saturation.		Fréquence relative de la saturation.	
	Moyennes	Écarts 1894	Moyennes	Écarts 1894
				mm
Décembre 1893 ..	865	— 11	0,147	— 0,078
Janvier 1894....	857	— 1	0,145	— 0,093
Février.........	819	— 30	0,096	— 0,065
Mars...........	754	— 61	0,039	— 0,039
Avril...........	697	— 28	0,016	— 0,008
Mai............	704	+ 32	0,016	— 0,004
Juin............	698	— 26	0,010	— 0,010
Juillet..........	679	— 14	0,006	— 0,002
Août...........	710	+ 5	0,009	— 0,009
Septembre	770	— 1	0,025	— 0,025
Octobre.........	831	— 42	0,083	— 0,051
Novembre.......	833	+ 13	0,067	0,000
Année..........	768	— 14	0,055	— 0,032

Comme on le voit par le tableau précédent, l'année 1894 a été une année sèche, soit sous le rapport de la fraction de saturation, soit sous celui beaucoup moins important de la fréquence de la saturation. Le déficit de la fraction de saturation est de 1.4 °/₀, chiffre relativement peu élevé surtout si l'on considère qu'il n'y a dans l'année que trois mois humides, ceux de mai, août et novembre. Le mois de mai est le plus humide ; il présente un écart positif de 3.2 °/₀ ; le mois le plus sec est celui de mars avec un déchet de 6.1 °/₀ dans la fraction de saturation. On voit par ces deux extrêmes que la fraction de saturation ne s'est pas écarté beaucoup de la normale dans chacun des mois.

La plus faible fraction de saturation constatée dans l'année 1894 pendant les 8 observations diurnes est de 21 °/₀ le 11 avril ; elle est légèrement supérieure, de 0,8 °/₀, au minimum absolu d'une année normale.

On n'a observé aucun cas de saturation pendant les 8 observations diurnes durant les mois de mars, juin, août et septembre. L'été ne présente qu'un seul cas de saturation observé le 10 juillet pendant une très forte pluie durant 10 heures et produisant 31^{mm}2 d'eau au pluviomètre.

5° *Vents.*

Les observations des vents ont été faites comme par le passé de deux manières différentes : 1° à la girouette ordinaire avec estimation de la force du vent en employant la demi-échelle de Beaufort allant de 0 à 6 ; 2° au moyen de l'anémographe de MM. Richard frères enregistrant automatiquement la direction et la vitesse du vent.

Dans la demi-échelle de Beaufort 0 représente un calme plat et 6 un ouragan démolissant cheminées, toitures, brisant de gros arbres, etc. Cette force 6 a presque été atteinte dans la violente bise du 30 septembre et du 1er octobre 1894 ; à 7 h. du matin de ce dernier jour, elle atteignait son maximum d'intensité et l'anémographe de Richard marquait à ce moment une vitesse de 23 à 24 mètres par seconde. Ce chiffre doit être regardé comme un minimum. Cette violente bise a du reste fait l'objet d'une communication de M. R. Gautier à la Société de physique et d'histoire naturelle. Nous renvoyons donc les lecteurs au compte-rendu de cette société, séance du 4 octobre, qui a paru dans les *Archives*.

Les tableaux suivants donnent mois par mois, ainsi que pour l'année entière, le nombre total des calmes plats, ainsi que le nombre de fois où le vent a été observé avec la force 1 ou plus dans chacune des 16 directions de la rose des vents, ainsi que les résultats que l'on peut tirer de ce tableau au point de vue de la résultante finale.

Vents observés à Genève dans l'année 1894.

	Décemb. 1893.	Janvier 1894.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Année.
Calme..	101	132	94	86	69	69	59	59	81	87	102	97	1036
N......	5	4	12	34	35	34	43	37	29	28	13	19	293
NNE...	55	55	28	44	42	21	26	6	12	56	48	42	435
NE....	2	3	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	11
ENE...	7	2	2	0	3	0	0	4	2	2	2	7	31
E......	4	2	0	1	0	0	1	2	1	1	0	3	15
ESE ...	1	0	0	1	3	4	4	1	0	1	0	2	17
SE.....	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
SSE....	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	5
S......	1	1	1	2	1	11	1	11	4	4	3	2	42
SSW...	17	7	27	32	26	44	51	57	57	23	27	12	380
SW....	3	1	1	1	2	1	2	2	8	5	2	0	28
WSW..	1	4	4	7	10	4	6	14	5	9	4	1	69
W.....	0	2	2	2	1	0	0	0	2	1	1	1	12
WNW..	0	0	1	1	0	0	1	2	0	0	0	0	5
NW....	0	0	2	0	0	1	1	1	0	1	2	0	8
NNW..	5	2	2	0	5	2	6	6	5	1	2	1	37

ÉPOQUE	RAPPORT Vents NE. à SW.	RÉSULTANTE Direction.	RÉSULTANTE Intensité sur 100.	Calme sur 100.
Décembre 1893...	2,95	N 29°,8 E	26,5	54,3
Janvier 1894.....	6,89	N 21,8 E	27,5	71,0
Février	1,41	N 24,0 W	9,0	56,0
Mars............	2,26	N 3,6 W	24,7	46,2
Avril	2,69	N 1,0 W	26,6	38,3
Mai.............	0,98	S 87,9 W	5,7	37,1
Juin............	1,30	N 35,6 W	14,4	32,8
Juillet	0,61	S 59,6 W	20,0	31,7
Août............	0,59	S 56,7 W	18,4	43,5
Septembre.......	2,63	N 2,9 E	27,5	48,3
Octobre.........	1,94	N 4,2 E	16,8	54,8
Novembre	4,43	N 24,7 E	28,7	53,9
Année..........	1,64	N 5,0 W	13,9	47,3

	Nombre de jours de	
	forte bise.	fort vent du Sud.
Décembre 1893 ...	8	1
Janvier 1894......	5	0
Février...........	2	1
Mars	4	2
Avril	3	3
Mai..............	0	1
Juin.............	3	6
Juillet	0	7
Août.............	2	12
Septembre........	10	2
Octobre..........	1	4
Novembre........	4	1
Hiver............	15	2
Printemps........	7	6
Été.............	5	25
Automne.........	15	7
Année...........	42	40

Le tableau précédent donne le relevé des jours de forte bise et de fort vent du midi. Le nombre moyen de jours de forte bise dans l'année normale est de 42 et celui de fort vent du midi de 44. Les chiffres correspondants pour l'année 1894 sont de 42 et de 40. On voit que sous le rapport des forts vents l'année 1894 a été normale, le nombre de jours de forte bise étant exactement concordant, tandis que celui des forts vents du midi n'est que de 4 inférieur à la moyenne.

L'anémographe de Richard continue à fonctionner d'une manière très satisfaisante depuis la transformation qu'il a suivie dans le mode de contact. Un nettoyage du contact et du mouvement du compteur fait tous les six mois suffit pour obtenir un enregistrement presque parfait.

Les vitesses moyennes du vent, exprimées en kilomètres par heure, ont été les suivantes pour chaque mois de l'année 1894 :

	Klm. p. h.		Klm. p. h.
Décembre 1893.	6.85	Juin..........	6.53
Janvier 1894...	5.67	Juillet........	5.52
Février........	5.76	Août..........	5.08
Mars...........	7.02	Septembre.....	6.59
Avril	6.86	Octobre.......	5.85
Mai...........	6.49	Novembre.....	5.63

On voit par ce relevé qu'en moyenne les vents ont soufflé durant chaque mois avec une intensité très peu différente ; l'écart entre les deux mois extrêmes sous ce rapport, mars le plus venteux 7.02 klm. par heure et août, mois où le vent a soufflé le moins fort, 5.08 klm. par heure, ne s'élève qu'à 1.94 klm. En 1893 la différence entre les deux mois extrêmes atteignait 5.22 klm., soit presque le triple.

Voici le relevé des jours pour lesquels la vitesse moyenne du vent a dépassé 25 klm. à l'heure. :

		Klm. p. h.			Klm. p. h.
Janvier	2	26.0	Avril.	30	27.1
»	3	33.5	Sept.	30	33.8
Mars	18	26.3	Oct.	1	40.2

On voit que le maximum de la vitesse moyenne a été atteint le fameux 1er octobre 1894 avec 40,2 klm. par heure. Il est difficile de préciser jusqu'à quelle époque il faut retourner pour trouver une bise aussi violente; les moyens de comparaison font défaut. Les personnes assez âgées pour consulter leurs souvenirs parlent des années autour de 1850; d'autres font même remonter autour de 1830 le souvenir d'une bise aussi violente. L'anémographe Richard fixera dorénavant d'une manière précise des cas exceptionnels de ce genre,

Les vents observés au Saint-Bernard pendant l'année 1894 sont :

ÉPOQUE.	VENTS. NE.	SW.	Rapport.	RÉSULTANTE. Direction.	Intensité sur 100.	Calme sur 100.
Déc. 1893.	104	94	1,11	N 45°E	5,4	0,0
Janv. 1894.	70	128	0,55	S 45 W	31,2	0,0
Février...	151	40	3,78	N 45 E	66,1	0,0
Mars.....	129	95	1,36	N 45 E	18,3	0,0
Avril.....	98	103	0,95	S 45 W	2,8	0,0
Mai......	118	88	1,34	N 45 E	16,1	0,0
Juin......	154	45	3,42	N 45 E	60,6	0,0
Juillet....	117	78	1,50	N 45 E	21,0	0,0
Août.....	119	74	1,61	N 45 E	24,2	0,0
Septembre.	111	79	1,50	N 45 E	17,8	0,0
Octobre ..	109	86	1,27	N 45 E	12,4	0,0
Novembre.	74	136	0,54	S 45 W	34,4	0,0
Année....	1354	1046	1,29	N 45° E	14,1	0,0

6° *Pluie on neige dans l'année 1894.*

ÉPOQUE.	GENÈVE. Nombre de jours.	Eau tombée. mm	Nombre d'heures.	SAINT-BERNARD. Nombre de jours.	Eau tombée. mm	Hauteur de la neige. m
Décemb. 1893.	8	44,3	31	5	36,1	0,48
Janvier 1894. .	14	42,7	47	6	33,1	0,65
Février	7	11,4	18	6	29,8	0,48
Mars	9	27,1	37	7	57,8	0,95
Avril	10	92,6	64	7	150,7	1,03
Mai	19	166,2	79	6	105,8	0,48
Juin.	13	42,8	38	7	69,6	0,48
Juillet	15	119,7	35	4	33,0	0,00
Août	7	61,9	23	4	45,5	0,00
Septembre. . . .	10	65,6	28	7	45,4	0,35
Octobre.	14	112,1	56	8	110,4	0,55
Novembre	8	74,5	46	4	108,0	0,72
Hiver.	29	98,4	96	17	99,0	1,61
Printemps. . . .	38	285,9	180	20	314,3	2,46
Été.	35	224,4	96	15	148,1	0,48
Automne.	32	252,2	130	19	263,8	1,62
Année	134	860,9	502	71	825,2	6,17

La comparaison de l'année 1894 avec la moyenne des 50 années 1826 à 1875 pour Genève, et avec celle des 27 années 1848 à 1867 pour le Saint-Bernard, donne les différences suivantes pour le nombre de jours de pluie et pour la quantité d'eau tombée :

ÉPOQUE	ÉCARTS A GENÈVE		ÉCARTS AU St.-BERNARD	
	Jours de pluie.	Eau tombée. mm	Jours de pluie.	Eau tombée. mm
Décembre 1893.	— 1	— 6,7	— 3	— 37,0
Janvier 1894...	+ 4	— 6,0	— 5	— 96,0
Février	— 1	— 25,1	— 3	— 63,8
Mars	— 1	- 20,2	— 5	— 39,1
Avril	0	+ 35,8	— 4	+ 30,6
Mai	+ 7	+ 87,0	— 5	— 14,3
Juin..........	+ 2	— 33,2	— 3	— 31,7
Juillet	+ 6	+ 48,9	— 5	— 42,1
Août	— 3	— 18,5	— 5	— 40,3
Septembre.....	0	— 28,6	— 2	— 70,6
Octobre.......	+ 2	+ 11,1	— 2	— 31,9
Novembre.....	— 3	+ 0,5	— 6	+ 9,5
Hiver.........	+ 2	— 37,8	—11	—196,8
Printemps	+ 6	+102,6	—14	— 22,8
Été...........	+ 5	— 2,8	—13	—114,1
Automne	— 1	— 17,0	—10	— 93.0
Année	+12	+ 45,0	—48	—426,7

L'année 1894 a été plutôt humide à Genève, puisqu'on y rencontre un excédent de 12 jours de pluie et de $45^{mm},0$ dans la quantité d'eau récoltée. Le nombre de jours de pluie n'est cependant pas un critère très certain, car il y a des jours où la pluie récoltée est très faible ou même insignifiante. Ainsi en 1894 on rencontre 39 jours pour lesquels la hauteur de la pluie n'atteignait pas 1^{mm}, et sur ces 39 jours 18 présentent une chute insignifiante, soit $0^{mm},2$ au maximum.

Si la hauteur de l'eau tombée dépasse de 45^{mm} la valeur normale, cela provient surtout d'un printemps très pluvieux, qui à lui seul fournit un excédent d'eau de $102^{mm},6$. Les trois autres saisons sont sèches; mais le déficit est peu considérable pour chacune d'elles.

Sur les douze mois de l'année cinq seulement sont pluvieux; ce sont ceux d'avril, mai, juillet, octobre et novembre; mais ce dernier ne dépasse la valeur normale que d'une quantité insignifiante, $0^{mm},5$.

Nous donnons dans le tableau suivant le résumé des observations pluviométriques faites dans le canton de Genève, telles qu'elles ont été publiées au fur et à mesure de l'installation des stations dans le résumé mensuel des *Archives*.

STATIONS PLUVIOMÉTRIQUES DU CANTON DE GENÈVE

Observateurs MM. :	Sécheron Ph. Plantamour	Céligny Ch. Pesson	Cologny R. Gautier	Jussy M. Micheli	Observatoire	Compesières Ch. Raymond	Athenaz J.-J. Decor	Satigny J. Vernay
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1893	40.5	—	—	42.5	44.3	—	—	—
Janvier 1894	47.5	—	—	35.0	42.7	—	—	—
Février,	16.5	—	—	12.0	11.4	—	15.0	—
Mars	29.5	—	—	39.0	27.1	—	31.5	—
Avril	86.5	—	—	87.5	92.6	—	52.3	70.5
Mai	145.5	(141.5)	135.5	132.5	166.2	(111.7)	132.5	129.0
Juin	49.0	38.3	32.1	37 5	42.8	45.0	52.5	42.5
Juillet	113.0	108.4	111.4	116.0	119.7	133.6	96.0	112.1
Août	61.0	22.9	50.8	46.0	61.9	55.2	54.2	50.3
Septembre	55.5	39.0	51.0	52.0	65.6	55.0	54.5	61.0
Octobre	102.5	114.3	100.0	115.0	112.1	111.1	120.7	127.7
Novembre	67.5	60.9	63.2	61.5	74.5	58.5	57.3	63.9
Année	814.5	—	—	776.5	860.9	—	—	—

Les indications de la plupart des stations n'embrassant pas l'année 1894 entière, nous ne pouvons tirer des conclusions cette année-ci quant à la répartition de la pluie dans le canton.

Ainsi que nous l'avons dit dans le résumé précédent, les pluviographes sont toujours sujets à caution pendant la saison froide lorsque le thermomètre marque au-dessous de 0°. La neige ne fond pas assez vite ou en partie seulement, même lorsqu'on a la précaution de placer une lampe à l'intérieur de la cage pluviométrique. Nous avons eu encore un exemple plus typique en ce sens qu'il s'agissait non de neige, mais de pluie. Le 11 décembre 1893 un glaçon s'était formé dans le tuyau qui amène l'eau au récipient prismatique du pluviographe. Ce glaçon a complètement obstrué l'arrivée de l'eau et ne s'est pas même entièrement fondu pendant la forte pluie qui est tombée du 11 au 12 décembre ; une partie seulement est venue s'enregistrer sur le cylindre.

Il est intéressant de noter les plus fortes chutes de pluie qui se sont produites dans un court espace de temps. Voici les averses les plus violentes constatées dans le courant de quelques minutes :

	mm.		min.	mm. par minute.		mm.		min.	mm. par minute.
18 avril	5,1	en	7	0,7	3 septembre	8,1	en	9	0,9
26 mai	4,8	»	7	0,7	4 »	0,9	»	1	0,9
7 juin	1,5	»	4	0,4	4 »	6,2	»	17	0,4
14 juin	0,8	»	3	0,3	22 »	1,8	»	6	0,3
10 juillet	4,0	»	7	0,6	21 octobre	1,0	»	3	0,3
13 »	8,0	»	6	1,3	24 »	3,4	»	4	0,8
7 août	1,3	»	5	0,3	25 »	1,6	»	3	0,6
16 »	2,1	»	7	0,3	8 novembre	1,6	»	3	0,6
29 »	7,0	»	8	0,9					

On voit que dans un court intervalle de minutes la pluie peut même dépasser la quantité de 1^{mm} par minute. Le 13 juillet 1894 ce chiffre est même monté à $1^{mm},3$, chiffre tout à fait exceptionnel dans nos contrées ; il est vrai que cette pluie du 13 juillet reste dans notre souvenir comme une des plus violentes averses que nous ayons vues.

Au Saint-Bernard l'année 1894 a été extraordinairement sèche, plus sèche encore qu'en 1893 ; on y trouve un déficit de 48 jours de pluie ou de neige et de $426^{mm},7$ dans la précipitation atmosphérique. Toutes les saisons ont des écarts négatifs, très forts pour l'hiver, l'été et l'automne, et sur les douze mois de l'année on n'en rencontre que deux, avril et novembre, qui présentent un écart positif. Les signes des écarts pour le nombre de jours de neige ou de pluie sont tous négatifs.

La hauteur totale de la neige tombée au Saint-Bernard s'élève à $6^{m},17$.

La quantité de neige mesurée à Genève pendant l'année météorologique 1894 s'élève à $10^{cm},6$ seulement, dont la presque totalité, $10^{cm},2$, est tombée en janvier. Le reste, $0^{cm},4$, est tombé le 5 décembre 1893.

Le tableau suivant donne pour chaque mois à Genève les plus longues périodes de sécheresse, ou jours consécutifs sans pluie, et les plus longues périodes pluvieuses, ou jours consécutifs de pluie. La plus longue période de sécheresse à Genève en 1894 est de 20 jours et se retrouve deux fois dans le courant de l'année, soit du 20 juin au 9 juillet et du 18 novembre au 7 décembre.

La plus longue période pluvieuse est de 9 jours consécutifs de pluie, du 25 mai au 2 juin. Le tableau indique également le nombre des cas dans lesquels la pluie re-

cueillie dans les 24 heures était très faible, au-dessous de 1^{mm} ou presque insignifiante, au-dessous d'un quart de millimètre. Ces chiffres sont respectivement de 39 et de 18.

On trouve également parmi les données de ce tableau la quantité maximum de pluie recueillie en 24 heures pour chacun des mois, et le nombre de jours de pluie très abondante, la quantité de pluie dépassant trois centimètres. Ce cas ne s'est présenté que deux fois en 1894 et cela les 10 et 14 juillet, où la pluie récoltée était de 31^{mm},2 et de 38^{mm},9. Ces 38^{mm},9 sont tombés dans un espace de temps relativement restreint, soit en 8 heures.

Époque.	Périodes de sécheresse	Périodes pluvieuses.	Pluie dans 24 heures au-dessous de 1mm,0.	Pluie dans 24 heures au-dessous de 0mm,25.	Pluie dans 24 heures maximum.	Pluie dans 24 heures dépassant 3cm
Décemb. 1893	11 jours (22 déc.-1er janv.)	2 jours (13-14; 20-21)	4	2	mm 27,6 le 11	0
Janvier 1894	6 » (3-8)	4 » (17-20)	4	3	17,0 le 23	0
Février......	10 » (14-23)	2 » (12-13)	3	1	3,3 le 1er	0
Mars........	12 » (17-28)	4 » (4-7; 13-16)	2	0	7,8 le 14	0
Avril........	13 » (30 mars-11 avril)	4 » (16-19)	1	0	27,0 le 12	0
Mai.........	5 » (14-18)	9 » (25 mai-2 juin)	5	3	25,8 le 21	0
Juin........	20 » (20 juin-9 juil.)	6 » (11-16)	6	1	11,3 le 12	0
Juillet.......	3 » (20-22)	7 » (10-16)	5	3	38,9 le 14	2
Août........	8 » (21-28)	1 »	3	2	18,8 le 7	0
Septembre....	8 » (26 sept.-3 oct.)	4 » (3-6)	1	1	23,2 le 3	0
Octobre......	8 » (10-17)	6 » (23-28)	4	2	25,3 le 27	0
Novembre....	20 » (18 nov.-7 déc. 1894)	3 » (15-17)	1	0	27,9 le 8	0
Année.......	20 jours (20 juin-9 juil.; 18 nov.-7 déc. 1894)	9 jours (25 mai-2 juin)	39	18	38,9 le 14 juil.	2

Il est intéressant d'éliminer la durée inégale des mois pour pouvoir les comparer entre eux quant aux caractères de la précipitation. On trouve ainsi dans le tableau suivant, pour chaque mois, la durée relative de la pluie, soit la fraction donnant le rapport du nombre d'heures de pluie au nombre total d'heures du mois; le nombre moyen d'heures que la pluie a duré, soit le rapport du nombre total d'heures de pluie au nombre de jours de pluie; enfin l'intensité de la pluie, soit le rapport de la quantité d'eau totale tombée dans le mois au nombre d'heures de pluie. Le relevé a été fait également pour les saisons et pour l'année entière.

GENÈVE

Époque.	Durée relative de la pluie.	Nombre moyen d'heures par jour.	Eau tombée dans 1 heure.
Décembre 1893	0,042	3,87	1mm,43
Janvier 1894	0,063	3,36	0,91
Février	0,027	2,57	0,63
Mars	0,050	4,11	0,73
Avril	0,089	6,40	1,45
Mai	0,106	4,16	2,10
Juin	0,053	2,92	1,13
Juillet	0,047	2,33	3,42
Août	0,031	3,29	2,69
Septembre	0,039	2,80	2,34
Octobre	0,075	4,00	2,00
Novembre	0,064	5,75	1,62
Hiver	0,044	3,31	1,02
Printemps	0,082	4,74	1,59
Été	0,043	2,74	2,34
Automne	0,060	4,06	1,94
Année	0,057	3,75	1,71

Le tableau suivant fournit le nombre de jours d'orage à Genève, ainsi que celui des jours où des éclairs ont été vus à l'horizon, sans que le tonnerre fût entendu. Le nombre moyen des jours de tonnerre à Genève est de 25, d'après la moyenne des 30 années 1846 à 1875. En 1894 ce chiffre n'est que de 19.

ÉPOQUE.	GENÈVE	
	Jours de tonnerre.	Jours d'éclairs sans tonnerre.
Décembre 1893	0	0
Janvier 1894........	0	0
Février	0	0
Mars	0	0
Avril	2	0
Mai	2	7
Juin...............	1	4
Juillet	7	2
Août	3	1
Septembre..........	3	3
Octobre............	1	1
Novembre..........	0	1
Année	19	19

7° *Nébulosité.*

Il nous reste à résumer les observations de la nébulosité dans les deux stations, la nébulosité étant figurée par une fraction représentant la partie du ciel recouverte par les nuages et pouvant varier de 0,0 à 1,0. Les jours sont classés en jours « clairs, peu nuageux, très nuageux et couverts, » suivant que la nébulosité moyenne était inférieure aux limites de 0,25, 0,50, 0,75 et 1,00. On trouve en moyenne à Genève 67 jours clairs, 62 jours peu nuageux, 71 jours très nuageux et 165 jours couverts, tandis que les chiffres correspondants pour l'année 1894

sont de 73, 55, 58 et 179. Il y a donc diminution de 7 jours peu nuageux et de 13 jours très nuageux, et augmentation de 6 jours clairs et de 14 jours couverts. La nébulosité moyenne est de 2 °/₀ supérieure à la normale.

Aucune des 4 saisons ne s'est éloignée beaucoup de la normale ; l'hiver présente un écart positif de 2 °/₀, le printemps un écart négatif de la même valeur, l'été un écart positif de 4 °/₀ et enfin l'automne un écart également positif de 7 °/₀.

Les mois qui présentent les deux écarts extrêmes sont ceux de mars et de septembre ; le premier est trop clair de 17 °/₀ et le dernier trop couvert de la même valeur.

Au Saint-Bernard la nébulosité est trop faible de 11 °/₀ ; le ciel a donc été relativement beaucoup plus clair à la montagne qu'à la plaine.

Le dernier tableau donne le nombre de jours de brouillard observés à Genève. L'on peut s'attendre à rencontrer en moyenne 33 jours de brouillard à Genève; sur ce nombre, il s'en trouve le tiers environ, pour lesquels le brouillard règne avec intensité pendant toute la journée; pour les deux autres tiers, le brouillard ne dure que pendant une partie de la journée, quelquefois seulement pendant une ou deux heures, comme cela a lieu au printemps et en été. On voit qu'en 1894 le brouillard s'est montré beaucoup plus fréquemment que pendant une année normale, puisqu'on compte en tout 63 jours de brouillard, dont 20 pour lesquels il a duré tout le jour.

État du ciel.

ÉPOQUE.	GENÈVE. Jours clairs.	Jours peu nuag.	Jours très nuag.	Jours couverts.	Nébulosité moyenne.	SAINT-BERNARD. Jours clairs.	Jours peu nuag.	Jours très nuag.	Jours couverts.	Nébulosité moyenne
Déc. 1893 .	2	3	3	23	0,83	17	6	6	2	0,29
Janv. 1894.	2	3	5	21	0,81	13	9	3	6	0,40
Février . . .	7	5	6	10	0,57	13	4	5	6	0,37
Mars	13	3	8	7	0,44	13	6	2	10	0,44
Avril	8	5	5	12	0,57	7	5	9	9	0,57
Mai.	4	6	2	19	0,71	6	4	4	17	0,67
Juin	9	5	4	12	0,55	7	7	6	10	0,56
Juillet	8	6	11	6	0,49	9	9	8	5	0,45
Août.	9	7	4	11	0,51	11	9	5	6	0,43
Septembre.	5	5	4	16	0,66	5	5	8	12	0,62
Octobre . . .	4	6	2	19	0,70	12	7	6	6	0,44
Novembre .	2	1	4	23	0,85	12	5	6	7	0,43
Hiver.	11	11	14	54	0,74	43	19	14	14	0,35
Printemps .	25	14	15	38	0,57	26	15	15	36	0,56
Été.	26	18	19	29	0,52	27	25	19	21	0,48
Automne . .	11	12	10	58	0,73	29	17	20	25	0,50
Année	73	55	58	179	0,64	125	76	68	96	0,47

GENÈVE

ÉPOQUE	Brouillard tout le jour.	Brouillard une partie de la journée.	Nombre total.
Décembre 1893 . . .	7	13	20
Janvier 1894.	7	7	14
Février	0	2	2
Mars.	0	0	0
Avril	0	2	2
Mai	0	0	0
Juin.	0	1	1
Juillet	0	0	0
Août.	0	0	0
Septembre	0	0	0
Octobre.	0	6	6
Novembre.	6	12	18
Année	20	43	63

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

P. Drude. Sur une méthode propre a la démonstration de l'indice de réfraction électrique des liquides. (Abdruck aus den *Berichten d. math.-phys. Cl. d. K. G. d. W. zu Leipzig, Sitzung v.* 6 Mai 1895).

Dans l'excitateur Blondlot [1] on considère d'une part le système formé par le primaire, circulaire lui-même, et la partie du secondaire qui l'entoure jusqu'à un premier fil transversal ou pont mobile B_1, et de l'autre le système formé par les deux fils parallèles compris entre B_1 et un second pont B_2. Le premier donne lieu à une oscillation électrique d'une certaine période que l'on appelle *principale ;* quant au second il s'y produit une oscillation bien caractérisée, constatée par un tube de Geissler sans électrodes posé en travers sur les fils, lorsque la distance entre B_1 et B_2 est un multiple de la demi-longueur d'onde secondaire qui est à l'unisson avec la principale, laquelle est désignée par oscillation *secondaire fondamentale,* et a de beaucoup la plus grande intensité. La disposition que l'auteur a trouvée la plus favorable correspond à une longueur du secondaire jusqu'à B_1 qui soit égale à la longueur d'onde de l'excitateur libre, c'est-à-dire, à deux fois le périmètre de sa circonférence. L'intensité est plus grande lorsque le primaire est pourvu d'un condensateur mais la

[1] R. Blondlot. *Compt. Rend.* 113, p. 628, 1891.

suppression d'un condensateur est avantageuse pour produire des ondes courtes et il faut dans ce cas que *la longueur totale de l'excitateur soit un peu inférieure à la demi-longueur d'onde que l'on veut obtenir.*

Il est à noter que pour les grandes longueurs d'onde, plus de 4 m., une étincelle primaire efficace est donnée par l'emploi de deux sphères de zinc[1] qui fonctionnent longtemps sans nettoyage et que pour les petites il vaut mieux se servir de sphères de laiton poli immergées dans l'huile ou le pétrole. De plus il faut proportionner les dimensions du Ruhmkorff à la longueur d'onde qu'il s'agit de produire.

Pour qu'on juge de la petitesse des dimensions auxquelles peut être réduit l'excitateur, disons qu'une figure le représente en vraie grandeur dans les conditions suivantes : le cercle primaire a 2 cm. de diamètre et porte des sphérules de 3 mm. de diamètre ; la distance des fils parallèles est de 0,5 cm. ; la demi-longueur d'onde est de 6 cm. On peut répéter avec ce petit appareil les expériences de Lecher ; le réactif à employer pour constater l'état oscillatoire est celui imaginé par Righi, consistant à faire un trait au diamant sur l'armure métallique d'un fragment de miroir qui posé sur les fils donne lieu à une étincelle si l'oscillation a une certaine intensité.

Méthode de démonstration de l'indice de réfraction des liquides. On mesure de la manière la plus directe et la plus simple possible cet indice de réfraction en faisant passer les deux fils parallèles à travers une couche du liquide. L'excitateur dont le diamètre circulaire est de 5 cm. et qui a une longueur d'onde de 60 cm., vu qu'il est plongé dans le pétrole ce qui l'augmente dans le rapport de 1 à 1,4, est le mieux approprié à ce but. Les fils parallèles sont coudés de manière à plonger dans une auge de 18 cm. de longueur remplie de liquide, d'eau par exemple. On procède comme suit : un pont mobile B_2, consistant en un fil de 2 cm. terminé par deux petits crochets est posé sur les fils parallèles, à leur point d'immersion dans l'eau. Au milieu des deux fils et à 10 cm. de l'auge du côté de l'excitateur, on place un tube

[1] Himstedt. *Wied. Ann.* 52, p. 475, 1894.

de Zehnder[1] qui réagit sous l'action de l'oscillation fondamentale soit directement par l'effet lumineux soit comme conducteur en déchargeant un électroscope. En faisant glisser sur les fils un second pont mobile B_1 entre ce tube et l'excitateur on détermine la position à lui donner pour obtenir l'oscillation fondamentale ; il faut pour cela une distance de 36 cm entre B_1 et B_2. Laissant B_1 fixe et tenant B_2 avec une pince on le plonge graduellement dans l'eau et l'on obtient successivement des positions pour lesquelles le tube témoin donne de la lumière et n'en donne pas. En effet la forte réflexion de l'onde à son entrée dans l'eau agit à peu près comme le ferait un pont en déterminant des ventres de la force électrique, et si le pont B_2 se trouve à une distance équivalente dans l'eau, à un quart de longueur d'onde, l'oscillation est complètement annulée, tandis qu'elle redevient intense pour une demi-longueur d'onde. Le déplacement pour obtenir l'extinction du tube est de 2 cm. d'où résulte le rapport 18:2, soit 9, pour la valeur de n l'indice de réfraction et par conséquent 81 pour la valeur de E la constante diélectrique.

Pour un liquide tel que le pétrole dont l'indice de réfraction est beaucoup plus faible, l'auge est trop courte pour obtenir une demi-longueur d'onde dans le liquide, mais on peut constater celle de l'oscillation qui est à l'octave de la fondamentale. L'auteur indique encore un autre procédé à employer. L'indice du pétrole observé de cette manière est 1,4 ce qui donne 2,0 pour la constante diélectrique.

M. Drude fait remarquer que cette méthode est d'un emploi facile et ne donne lieu à aucune incertitude. Elle comporte une exactitude d'environ 2 °/₀ de la valeur de la constante diélectrique.

[1] L. Zehnder. *Wied. Ann.* 47, p. 82, 1892.

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

G.-W.-A. Kahlbaum. Sur une essoreuse pour laboratoire. (*Berichte,* XXVIII, p. 391, Bâle).

G.-W.-A. Kahlbaum. Appareil pour les distillations fractionnées sous basses pressions. (*Berichte,* XXVIII, p. 392, Bâle).

Appareils pratiques et ingénieux, le premier se basant sur le jeu de la fronde, le second assure l'étanchéité des joints par une fermeture au mercure entourant chaque joint et a un distributeur ingénieux qui permet, en tournant une clef sans ouvrir l'appareil, de faire couler le produit de la distillation, à volonté dans l'un ou l'autre des ballons servant de récipient. Voir les dessins dans l'original.

G.-W.-A. Kahlbaum et C.-G. v. Wirkner. Sur la loi de Dühring sur les températures d'ébullition correspondantes. (*Berichte,* XXVII, p. 3366, Bâle).

Les auteurs font remarquer qu'en calculant, avec cette loi, la courbe d'ébullition des acides gras en partant de celle de l'eau et de celle de l'acide propionique, par exemple, on arrive à des courbes différentes, ce qui ne se peut; ils continuent donc à croire que cette loi ne peut pas servir de formule d'interpolation.

R Nietzki. Sur la constitution de la safranine. (*Berichte,* XXVIII, p. 1354, Bâle).

Jaubert a trouvé récemment qu'en oxydant les dérivés m — amidés et m — hydroxylés de la diphénylamine on obtient des composés de la série de la safranine et il en ti-

rait la conclusion que cette matière colorante doit posséder une constitution symétrique.

L'auteur conteste la valeur de cette preuve et se propose de résoudre la question par une autre voie. Il a répété la synthèse de Bayer et C° pour la préparation des m — amidoditolylamine et tolylphénylamine et il a obtenu au moyen de ces corps des safranines qui lui serviront dans ce but.

Pour préparer une safranine symétrique, il est nécessaire que la p — diamine employée renferme encore des atomes d'hydrogène substituables dans le noyau, car si les quatre positions primitivement libres sont occupées on ne peut arriver qu'à une safranine asymétrique.

C'est ainsi qu'en oxydant avec précaution un mélange de diamidodurol dont les positions sont occupées et de m — amidoditolylamine

H^3C CH^3
H^2N
NH

l'auteur a obtenu, avec un mauvais rendement il est vrai, un composé qui paraît, selon toute vraisemblance, être un représentant de la classe des « safraninones » de Jaubert et qui, d'après son mode de formation, doit posséder la constitution asymétrique :

NH
H^2N
H^3C CH^3
N
H^3C CH^3
H^3C CH^3
O

or s'il existe des safraninones asymétriques, l'existence des

safranines asymétriques est pour le moins probable. On pourra sans doute aussi résoudre la question de la safranine au moyen de la m — amido ou de la m — oxydiphénylamine; en effet si la constitution est symétrique les safranines préparées en partant de la diméthyl — m — amidodiphénylamine et de la p — phénylènediamine d'une part, de la m — amidodiphénylamine et de la diméthyl — p — phénylénadiamine d'autre part; doivent être isomères tandis qu'elles seraient différentes si la constitution est asymétrique.

L'auteur s'occupe de préparer les substances nécessaires pour examiner cette question.

La formation de la safranine au moyen de la m — amidodiphénylamine permettra sans doute de tirer des conclusions sur la mauveine et l'indazol qui doivent, d'après leur mode de formation, être de véritables dérivés de la safranine.

F. R.

A. Werner et E. Sonnenfeld. Acide hydroxylamine-acétique et acide α-hydroxylamine-propionique. (*Berichte*, XXVII, p. 3350, Zurich).

La benzenylamidoxime réagit avec l'éther chloracétique ou l'éther chlorpropionique. On a avec ce dernier par exemple :

$$\begin{matrix} C_6H_5-CNH_2 \\ \| \\ NOH \end{matrix} + \begin{matrix} CH_3 \\ CHCl \\ COOC_2H_5 \end{matrix} = \begin{matrix} C_6H_5CNH_2 \\ \| \\ NOCHCH_3 \\ | \\ COOH \end{matrix} + C^2H_5OH + KCl$$

A côté de cette réaction, on obtient les ésoanhydrides de ces acides, qui, chauffés avec HCl concentré, s'additionnent de l'eau et redonnent les acides amidés. Ces acides, par diazotation, se transforment en acides chlorés

$$C_6H_5CCl = NOCH(CH_8)COOH$$

et ceux-ci par l'éthylate de sodium en acides gras éthylbenzhydroximiques ; par exemple en

$$C_6H_5C(OC_2H_5)NOCH(CH_3)COOH$$

par traitement avec un acide minéral, on obtient les sels de ces acides et enfin ces acides eux-mêmes.

L. Olgiati. Diphénylbenzènes. (*Berichte*, XXVII, p. 3385, Zurich).

On connaît le p- et le m-diphénylbenzène qu'on obtient en faisant passer des vapeurs de benzène au travers d'un tube en fer chauffé au rouge ; l'auteur en a préparé divers dérivés : m-$C_6H_5C_6H_3BrC_6H_5$, qui, par oxydation, donne $C_6H_5C_6H_3BrCOOH$. Le brome ne peut remplacer plus de quatre hydrogènes, la constitution du dérivé tétrabromé serait $Br_2{}^{2\text{-}3}C_6H_3C_6H_3BrC_6H_4Br$. Si l'on brome, non plus en solution de sulfure de carbone, mais en faisant agir les vapeurs de brome directement sur le carbure p-, on obtient

$$C_6H_5C_6H_4C_6H_4Br$$

à côté du dérivé bibromé $(C_6H_4Br)_2C_6H_4$.

Eug. Bamberger. De l'éther p-nitrodiazobenzolméthylique. (*Berichte*, XXVII, p. 3412, Zurich).

Ce chimiste répond à Hantzsch, qui croit que cet éther est un isodiazoéther ; il a répété ses expériences et maintient sa manière de voir.

E. Bamberger et M. Kitschelt. Nouvelle synthèse de la quinoléine et du skatol. (*Berichte*, XXVII, p. 3421, Zurich).

Les auteurs firent des essais dans le but d'obtenir une quinoléine bihydratée; par l'action de la dichlorhydrine sur l'aniline, ils pensaient obtenir un anilidooxychlorpropane $C_6H_5NHCH_2CH(OH)CH_2Cl$, et de celui-ci, en éliminant de l'eau et de l'acide chlorhydrique, la dihydroquinoléine cherchée, ce n'est pas le cas; en faisant agir la dichlorhydrine sur la sodiumformanilide, puis, en saponifiant ce produit, on

obtient l'éther éthylique de la monophénylglycoline, et, de celle-ci, par le pentoxyde de phosphore, un mélange de quinoléine, de skatol, d'aniline et d'une base secondaire, qui est peut-être la base cherchée, mais les rendements sont très mauvais.

W. Ramsden. Coagulation de l'albumine. (*Du Bois Reymond's Arch.,* 1894, p. 517, Zurich).

L'auteur a trouvé que toutes les albumines, l'albuminate basique et la caséinogène, ces deux derniers ne se coagulant même pas à chaud, se coagulent lorsqu'on secoue leur dissolution ; le vide, l'O, H, N ou CO_2 ne jouent aucun rôle dans ce changement d'état, ni la présence de sels de chaux ou de silicates ; elle diffère de la coagulation par la chaleur. Si le sang ne se coagule pas dans la circulation, c'est grâce à son alcalinité.

R. Nietzki et Paul Schröter. Constitution de la fluoresceine. (*Berichte*, XXVIII, p. 44, Bâle).

Ces chimistes admettent que, soit par son mode de formation, soit par les diverses recherches auxquelles ils se sont livrés et qu'on trouvera dans le mémoire original, l'éther de la fluorescine de Herzig doit être un véritable éther carboxylique et que son produit d'oxydation, l'éther éthylique de la fluorescéine, doit avoir la formule

O O

OH

C

$COOC_2H_5$

dans le dérivé diéthylé coloré H de l'hydroxyle, serait rem-

placé par C_2H_5. Les alcalis saponifieraient seulement l'éther carboxylique. Tous les composés colorés auraient donc une formule quinoïdique, et il n'y aurait que l'éther diéthylique incolore qui aurait une formule lactonique

O

C_2H_5O OC_2H_5

C — O

CO

Ces recherches laissent indécise la question de savoir si la fluorescéine à l'état libre a une formule lactonique et dans des sels une formule quinonique.

E. Schulze. Glutamine dans les plantes vertes. (*Zeitsch. physiol. Chem.*, 20, pp. 306 et 327, Zurich).

Ce chimiste a trouvé que la glutamine existait dans les feuilles de fougères, de caryophyllacées et de chenopodiacées, il admet que toutes les plantes en germant décomposent toutes de même leurs substances albuminoïdes, mais que les quantités relatives des produits formés varient suivant les conditions de la plante, et que ces produits sont plus ou moins vite transformés par la plante, de sorte que l'on retrouve tantôt les uns, tantôt les autres en quantités variables.

G. Lunge et L. Pelet. De la fabrication du chlore par l'action de l'acide nitrique sur l'acide chlorhydrique. (*Zeitsch. ang. Chem.*, 1895, p. 3, Zurich).

Critique des divers procédés en usage, au point de vue chimique. Avec Dunlop, on a la réaction

$$3NaCl + NaNO_3 + 4H_2SO_4 = NOCl + Cl_2 + 2H_2O + 4NaHSO^4$$

66 % Cl; avec Wallis, on obtient 90 à 95 % de chlore; avec G. et S. Davis, $3HCl + HNO_3 = NOCl + 2H_2O + Cl_2$, on obtient de 66 à 82 % Cl; avec le procédé analogue de Taylor, mais à chaud, on a Cl 96.3 %; avec Vogt et Scott 85 % de l'acide chlorhydrique est transformé en Cl. Le procédé Donald $2HCl + 2HNO_3 = 2H_2O + N_2O_4 + Cl_2$ donne un rendement de 94.9 %. Théoriquement, la conclusion est que ces procédés sont pratiques, mais les auteurs ne concluent pas industriellement en donnant la préférence à l'un d'eux.

P. Oberlænder. Recherches sur le baume de tolu. (*Arch de Pharm.,* 232, p. 559, Berne).

Travail fait surtout au point de vue pharmaceutique.

E. Winterstein. Cellulose des champignons. (*Berichte,* XXVIII, p. 167, Zurich).

L'azote des préparations de la cellulose des champignons ne provient réellement pas de la cellulose, car en les traitant avec HCl, on obtient à côté d'acide acétique de la glucosamine; il est probable que les membranes des champignons renferment de la chitine ou un corps très voisin. Ce chimiste croit que le sucre de raisin que l'on obtient par électrolyse des préparations de cellulose des champignons provient d'une hemicellulose que la fusion avec la potasse détruirait.

G. Lunge. De la teinture de tournesol et de l'orange de méthyle comme indicateurs. (*Zeitsch. ang. Chem.,* 1894, p. 733, et 1895, p. 221, Zurich).

Lunge recommande, pour les titrations avec les acides à solutions normales $^1/_1$, l'orange de méthyle, qui permet le dosage du carbonate à froid avec des solutions à $^1/_5$; l'avantage est tantôt à l'orange de méthyle, tantôt au tournesol, tandis que ce dernier est à préférer quand on se sert de solutions à $^1/_{10}$; il faut se servir d'un flotteur à boule simple ou double pour mieux apprécier la couleur. Dans la titration de

l'acide sulfurique fumant, on dose SO_2 par la solution iodée; si on se sert comme indicateur de phénolphtaléine, le changement de coloration se fait lorsque le sel neutre Na_2SO_3 s'est formé, tandis qu'avec l'orange de méthyle, c'est la formation de $NaHSO_3$ qui est indiquée; avec la teinture de tournesol l'indication varie beaucoup. Il vaut donc mieux se servir d'orange de méthyle.

Kunz-Krause. Constitution de l'émétine [1].

Les résultats antérieurement obtenus [2] ayant démontré que l'émétine :

1. Traitée par l'acide azotique de 1,48 p. spéc. subit une oxydation très énergique, suivie de la formation d'une substance sentant fortement le musc;

2. Chauffée avec l'acide jodhydrique concentré dégage du CH_3J, dont la quantité correspond à 4 OCH_3, calculée sur la formule : $C_{30}H_{40}N_2O_5$;

3. Distillée avec la potasse caustique sèche fournit une huile à peine jaunâtre, difficilement soluble dans l'eau, facilement soluble dans l'alcool avec une forte réaction alcaline et dont l'odeur et les propriétés correspondent à celles de la quinoline ;

M. Kunz-Krause a soumis l'émétine amorphe en dissolution alcaline à l'oxydation par le permanganate de Potassium. Il obtint ainsi comme produits de l'oxydation :

a) Une minime quantité d'un acide très facilement soluble dans l'eau et dont la dissolution aqueuse est colorée en rouge-sang par le sulfate ferreux ;

b) Comme produit principal un acide également azoté

[1] Ce travail a fait l'objet, à l'une des dernières séances de la Société vaudoise des Sciences naturelles, d'une communication qui, en l'absence de notes fournies à temps par l'auteur, a été passée sous silence par le secrétaire de cette Société dans le compte rendu qu'il nous a adressé de cette séance.

[2] Voir Schweiz. Wochenschr. für Chem. und Pharm. 1894, S. 361. *Arch. der Pharm.* 232 (1894) S. 466.

comme le premier, cristallisant en prismes incolores, brillants, hexagonaux, difficilement solubles dans l'eau froide, facilement solubles dans l'eau chaude. La dissolution aqueuse a une réaction fortement acide et n'est pas colorée par le sulfate ferreux.

L'acide exige 15,32 °/₀ de Na pour être neutralisé, ce qui indiquerait un acide pyridinemonocarbonique :

	Trouvé	calculé pour $C_5H_4N.COOH$
Na :	15, 32	15, 86 °/₀

Ces données, ainsi que le point de fusion observé:

a) 225° *b*) 228°

paraissent indiquer l'identité de cet acide avec l'acide β—pyridinecarbonique (ac. nicotique).

Il est fort probable, que les deux acides obtenus sont en rapport génétique.

Le fait que les acides α — pyridinecarboniques sont caractérisés par la coloration plus ou moins rouge qu'ils donnent pour la plupart avec le sulfate ferreux fait prévoir, que l'acide mentionné en premier lieu sera identifié avec un acide α — carbonique.

La propriété de ces mêmes acides de perdre facilement la molécule d'acide carbonique qui occupe la place « α » fait supposer, que l'acide qui ne se colore pas avec le sulfate ferreux, résulte du premier par un tel dédoublement. Ainsi s'expliquerait pourquoi ce premier acide n'a jamais été obtenu qu'en minime quantité.

Enfin l'auteur critique les formules que MM. Paul et Cownley ont établies :

pour l'émétine : $C_{15}H_{22}NO_2$
et pour la céphaéline : $C_{14}H_{20}NO_2$.

Il fait ressortir que ces deux formules doivent être nécessairement fausses, vu qu'elles ne suffisent pas à la loi de la parité des chiffres atomiques.

Ces recherches seront poursuivies.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

A LAUSANNE

Séance du 22 juin 1895.

F.-A. Forel. Les trombes de Grandson. — Vautier-Dufour. Télé-objectif. — Henri Dufour. Déperdition de l'électricité sous l'action de la lumière. — L. de la Rive. Conservation des aires. — Ch. Dufour. Cônes de glace.

M. F.-A. FOREL expose les faits suivants sur les *trombes de Grandson*

Le 20 janvier 1891 M. Gustave Criblet, ingénieur à Grandson, observait l'apparition sur le lac, devant la ville de Grandson, d'une série de trombes emportées par le vent du nord; il en a donné une description dans le journal *Le Peuple* d'Yverdon, 24 janvier 1891. M. Auguste Vautier-Dufour a étudié le même phénomène les 16, 17, 18 janvier 1893, 9 et 21 janvier 1894, 8 janvier 1895. Il a noté les conditions de son développement, en a pris des dessins, et a même réussi à les photographier.

L'apparition a lieu dans les circonstances suivantes: Température très basse, inférieure à — 10°, forte bise, production de *fumées* à la surface du lac (Cf. F.-A. Forel, le *Léman*, I, 292), couche supérieure de nuages bas à 50 et 100 mètres de hauteur. Dans ces conditions de véritables trombes se succèdent, souvent en grand nombre, parfois plusieurs par minute; leur hauteur est évaluée à 30, 50, 100 mètres, leur

diamètre à 5 ou 10 mètres; elles passent à quelques centaines de mètres de la rive; s'il y en a eu en plein lac elles sont masquées par la brume.

Dans une seule observation M. Vautier a pu constater avec certitude la rotation dans le sens des aiguilles de la montre.

Si l'observation ultérieure confirmait la constance de cette rotation, M. Forel attribuerait les trombes de Grandson à un mouvement de giration local, à des tourbillons plus ou moins verticaux déterminés dans le courant de la bise par le ralentissement des ondes aériennes dans le voisinage de la côte nord-occidentale du lac de Neuchâtel. Les tourbillons ne sont mis en évidence que dans les cas où des brumes peu serrées sont en suspension dans l'air, ce qui n'a lieu que en temps de fumées du lac.

Nous invitons les habitants de Grandson à suivre avec grand soin l'observation de ce très intéressant phénomène qui devra être décrit plus explicitement lorsque l'étude en sera complète.

M. Auguste Vautier-Dufour parle des expériences qu'il a faites au moyen du *télé-objectif* de MM. *Clément et Gilmer* de Paris.

Cet objectif est composé d'un objectif photographique ordinaire et d'une loupe donnant un agrandissement de l'image de 6 à 10 fois. Il doit être employé avec une chambre noire à long tirage.

Avec le télé-objectif on obtient des vues qui paraissent avoir été faites en ballon; il semble que l'on soit à une certaine hauteur devant la montagne.

Cette impression vient de ce que par le grossissement au moment de la pose, la montagne est rapprochée de 6-10 fois, alors en suivant le rayon visuel il semble que la montagne ait été photographiée à 3 ou 4 kilomètres de hauteur dans l'espace.

M. Vautier-Dufour projette plusieurs magnifiques photographies de la Jungfrau, de l'Eiger, du Mönch, du Stockhorn, etc., prises depuis Thoune au moyen du télé-objectif.

M. Henri DUFOUR a fait avec la collaboration de MM. C. DUTOIT assistant et HOFER étudiant une série de mesures sur la *déperdition de l'électricité sous l'action de la lumière.*

Il a étudié la manière dont se décharge une sphère de zinc de 30 cm. de diamètre lorsqu'elle est à l'obscurité et lorsqu'elle est éclairée par l'arc voltaïque. Les mesures du potentiel étaient faites avec l'électromètre de M. Mascaut, la charge employée dans ces expériences était faible, elle ne dépassait pas 65 volts.

On constate ainsi, conformément à ce qui a déjà été observé, l'importance de degré de poli des surfaces et celui de la teinte de la lumière excitatrice. La déperdition augmente rapidement avec la blancheur de la lumière qui est riche alors en rayons ultra-violets, pour que la déperdition soit intense il faut que le zinc éclairé ait un aspect blanc bleuâtre. Lorsque le métal est resté quelques minutes à l'air la déperdition diminue cependant. Elle était par exemple de 5,3 volts par minute immédiatement après le poli, et de 3,8 volts, vingt minutes plus tard, une légère couche de vernis de gomme laque dans l'alcool annule la déperdition. Après quelques jours la déperdition reste constante.

La déperdition est proportionnelle à la surface éclairée.

Entre 50 volts et 25 volts elle diminue très rapidement et devient presque indépendante de l'éclairage. Au-dessus de 50 volts la déperdition croit plus rapidement que l'accroissement du potentiel.

Ces mesures seront poursuivies.

M. L. DE LA RIVE fait une communication sur l'expérience de M. Marcel Deprez ayant pour objet d'expliquer le retournement complet du corps d'un animal tombant d'une certaine hauteur sans vitesse rotatoire initiale. Le principe de la *conservation des aires* mal interprété ne laissait pas admettre la possibilité du fait; la somme des aires positives devant être égale à celle des aires négatives, le résultat ne pouvait être qu'une torsion. Mais en admettant que la distance des masses du système au centre de gravité varie il n'en est plus ainsi. Une masse décrivant une circonférence excentrique

par rapport au centre de gravité dans le plan normal à l'axe de rotation considéré revient à sa position initiale après avoir effectué une aire positive, par exemple, et par conséquent donne lieu à une rotation négative du reste du système qui peut se reproduire indéfiniment.

L'appareil montré par M. de la Rive consiste en un disque de carton de 25 centimètres de diamètre suspendu comme le plateau d'une balance par trois fils à un fil de caoutchouc vertical attaché par son extrémité supérieure. Le faible coefficient de torsion du caoutchouc permet un angle de rotation considérable sous l'influence de la réaction d'une masse tournante. Celle-ci se compose d'un disque de cuivre horizontal de 55 millimètres de diamètre portant deux poids de 20 grammes aux extrémités d'un même diamètre, et tournant autour d'un axe vertical. Un ressort agissant sur une roue dentée qui mène un pignon monté sur l'axe du disque de cuivre produit la rotation, et les rouages ainsi que le disque sont renfermés dans une boîte cylindrique que l'on pose sur le disque de carton excentriquement, en équilibrant au moyen d'un poids placé de l'autre côté du centre. Le ressort étant remonté, un fil fixé au bord de la boîte retient le disque. On brûle le fil de manière à éviter toute impulsion initiale et lorsque le disque et les deux poids se mettent en rotation, le disque de carton prend un mouvement de rotation en sens contraire autour de l'axe de suspension, de manière à décrire plus d'une circonférence.

M. Ch. Dufour, professeur à Morges, signale le fait qu'au mois de février 1895, le lac de Neuchâtel a gelé sur une assez grande étendue entre Grandson et Yverdon. Sur cette glace, il s'est formé des *cônes tronqués* hauts de deux mètres à peu près dans lesquels il y avait une grande excavation tout à fait pareille à un cratère de volcan. Pour plusieurs d'entre eux, une personne qui y serait entrée, aurait eu beaucoup de peine à en sortir sans un secours étranger.

Ce qu'il y a de curieux, c'est que de pareils cônes de glace ont déjà été observés dans des circonstances analogues. Ainsi, dans l'intéressant mémoire qu'il a publié dans le N°

d'avril 1895 des *Archives des Sciences naturelles* de Genève, sur quelques particularités de l'hiver 1894-1895, M. Kammermann dit : « D'après de Luc, pendant le rude hiver de 1788 à 1789, à la fin de décembre, par une forte bise, le lac a gelé à Genève; et sur le bord de la couche glacée il y avait une série de cônes creux et tronqués qui représentaient des cratères de volcan. »

Puis un habitant de l'Allemagne du Nord qui passait à Grandson au mois de février dernier a dit, que dans le nord, l'on observait fréquemment des cônes de glace pareils avec ces excavations intérieures, quand la mer et les lacs gelaient alors qu'il faisait un vent violent.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

AOUT 1895

Le 1er, tonnerre au SE. à 1 h. du soir.

2, forte rosée le matin; de 8 h. 10 m. à 9 h. du soir orage se dirigeant de l'W. au N.; éclairs au S. et au SSW. depuis 10 h. du soir.

4, assez fort vent à 10 h. du matin; de midi 28 m. à midi 47 m. éclairs et tonnerres à l'W.; nouvel orage au S. et au SW. de 4 h. à 4 h. 25 m. du soir.

5, assez fort vent jusqu'à 4 h. du soir.

6, assez fort vent de 10 h. du matin à 1 h. du soir.

9, très forte rosée le matin.

10, forte rosée le matin.

11, orage au S. de 9 h. 13 m. à 9 h. 23 m. du matin; assez forte bise à 1 h. du soir. Faible orage au SE. à 4 h. 52 m. du soir; il se dirige rapidement vers le NE. A 5 h. 16 m. nouvel orage au NE. Un troisième orage se déclare au SW. à 5 h. 22 m., suivant, comme les précédents, la direction du SSW. à l'ENE: averses orageuses. Violente averse à 7 h. 32 m.; orage au SW. à 7 h. 38 m., puis à 8 h. 48 m. et à 9 h. du soir; direction le NE. Les éclairs continuent au NE. depuis 9 h. du soir.

15, forte rosée le matin; assez forte bise de 4 h. à 7 h. du soir.

16, forte rosée le matin, forte bise de 10 h. du matin à 4 h. du soir et depuis 9 h. du soir.

19, forte rosée le matin.

20 et 21, très forte rosée le matin.

22, rosée le matin.

23, éclairs au N. et au NE. depuis 9 h. du soir.

26, forte rosée le matin.

27, très forte rosée le matin.

29, rosée le matin.

30, forte rosée le matin.

31, faible rosée le matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à 8 h. matin	727,95	Le 4 à 1 h. soir	718,96
6 à 9 h. soir	726,04	7 à 8 h. soir	724,60
9 à 6 h. matin	729,07	11 à 3 h. soir	723,66
12 à 10 h. soir	728,71	14 à 2 h. matin	727,41
15 à 7 h. matin	731,34	16 à 4 h. soir	728,55
19 à 10 h. matin	732,20	24 à 5 h. soir	727,60
26 à 9 h. matin	733,24	27 à 5 h. soir	729,15
29 à 9 h. matin	735,16		

Résultats des observations pluviométriques faites dans le canton de Genève

Observ. MM	SÉCHERON Ph. Plantamour	CÉLIGNY Ch. Pesson	COLOGNY R. Gautier	JUSSY M. Micheli	OBSERVAT	COMPESIÈRES Ch. Raymond	ATHENAZ J.-J. Decor	SATIGNY J. Vernay
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Total...	58.0	57.0	57.8	67.5	63.2	64.5	55.8	53.9

Jours du mois.	Baromètre: Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre: Écart avec la hauteur normale	Baromètre: Minim. observé au barogr.	Baromètre: Maxim. observé au barogr.	Température C: Moyenne des 24 heures	Température C: Écart avec la temp. normale	Température C: Minim.	Température C: Maxim.	Fract. de saturation en millièmes: Moy. des 24 h.	Fract. de saturation: Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation: Minim.	Fract. de saturation: Maxim.	Pluie ou neige: Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige: Nombre d'h.	Vent dominant.	Chemin parcouru par le vent. Kil. par heure.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône: Midi.	Temp. du Rhône: Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.					+ °	°	cm
1	726,98	— 0,94	725,91	727,95	+18,30	— 0,47	+13,4	+25,3	759	+ 77	530	980	0,0	...	calme	3,7	0,55	17,1	— 1,6	164,0
2	725,24	— 2,69	723,02	727,02	+18,84	+ 0,10	+12,4	+26,2	719	+ 37	480	910	6,7	3	SSW. 1	5,8	0,60	19,0	+ 0,3	164,5
3	723,66	— 4,28	721,59	725,09	+17,79	— 0,91	+15,3	+22,8	654	— 29	480	930	2,3	2	SSW. 1	9,6	0,88	19,2	+ 0,4	164,7
4	719,93	— 8,02	718,96	721,11	+14,99	— 3,68	+13,0	+19,3	745	+ 61	620	880	17,9	6	SSW. 1	10,4	0,87	....	....	165,0
5	723,84	— 4,11	721,10	725,69	+14,47	— 4,16	+11,1	+19,2	674	— 12	590	790	3,1	3	SSW. 2	13,3	0,97	10,0	— 8,8	170,0
6	725,57	— 2,39	724,81	726,04	+16,36	— 2,23	+13,8	+20,1	675	— 12	580	790	0,3	...	SSW. 1	9,6	0,95	8,5	—10,3	167,0
7	725,26	— 2,70	724,60	725,80	+17,29	— 1,26	+13,6	+21,4	712	+ 24	600	820	...	...	SSW. 0	7,7	0,90	9,1	— 9,7	167,0
8	726,74	— 1,22	725,08	728,31	+16,48	— 2,02	+11,9	+23,4	712	+ 22	490	880	...	...	calme	3,3	0,57	12,4	— 6,4	164,0
9	727,87	— 0,10	726,63	729,07	+18,04	— 0,41	+ 9,3	+26,1	666	— 25	450	820	9,9	3	calme	4,4	0,42	13,3	— 5,5	164,0
10	726,15	— 1,82	724,17	727,79	+19,32	+ 0,92	+12,6	+26,0	720	+ 27	500	860	...	...	calme	3,3	0,00	17,8	— 1,1	163,3
11	724,62	— 3,35	723,66	726,31	+20,66	+ 2,31	+17,7	+27,4	772	+ 78	540	900	6,0	3	var.	6,7	0,87	....	....	159,0
12	727,29	— 0,68	726,25	728,71	+18,55	+ 0,26	+14,5	+24,9	721	+ 25	480	960	4,3	3	calme	4,6	0,52	19,6	+ 0,8	157,0
13	728,25	+ 0,28	728,05	728,50	+17,09	— 1,14	+12,1	+22,3	734	+ 36	520	880	0,3	1	calme	5,0	1,00	19,3	+ 0,5	155,5
14	729,43	+ 1,46	727,41	731,15	+17,61	— 0,56	+14,0	+22,3	689	— 11	470	890	4,7	3	WSW1	9,0	0,63	18,6	— 0,2	157,0
15	730,80	+ 2,84	729,99	731,34	+15,59	— 2,51	+10,0	+20,7	674	— 27	480	830	...	...	NN . 1	6,9	0,08	19,1	+ 0,3	158,0
16	729,74	+ 1,78	728,55	730,88	+16,15	— 1,88	+ 9,9	+21,9	656	— 47	380	830	...	...	NNE. 2	11,7	0,03	19,2	+ 0,4	160,0
17	729,88	+ 1,93	729,40	730,55	+15,76	— 2,20	+11,8	+20,9	704	— 1	510	830	...	...	NNE. 1	7,9	0,12	18,8	0,0	162,3
18	731,11	+ 3,16	730,26	732,13	+15,96	— 1,93	+ 8,9	+26,2	734	+ 26	530	880	...	...	calme	2,5	0,22	....	....	161,2
19	731,50	+ 3,56	730,66	732,20	+19,66	+ 1,85	+12,1	+27,2	701	— 9	380	900	...	...	var.	3,5	0,08	19,4	+ 0,6	157,0
20	731,19	+ 3,26	730,20	731,96	+19,04	+ 1,31	+12,5	+25,2	681	— 31	480	850	...	...	calme	2,9	0,07	19,6	+ 0,9	154,0
21	730,90	+ 2,98	730,00	731,89	+19,02	+ 1,37	+11,9	+25,9	681	— 33	470	830	...	...	calme	2,7	0,00	19,4	+ 0,7	153,3
22	730,51	+ 2,60	729,02	731,31	+21,33	+ 3,76	+14,1	+29,6	582	—134	290	830	...	...	var.	5,0	0,05	20,3	+ 1,6	152,5
23	729,55	+ 1,65	728,19	731,54	+21,12	+ 3,64	+13,1	+29,3	523	—196	350	710	...	...	var	4,2	0,07	20,5	+ 1,9	150,5
24	728,45	+ 0,56	727,60	729,11	+20,81	+ 3,42	+14,6	+27,9	592	—129	360	800	...	...	calme	4,8	0,75	20,9	+ 2,3	150,0
25	731,20	+ 3,32	728,24	732,86	+17,54	+ 0,24	+14,1	+21,3	650	— 74	440	840	7,7	4	NNE. 1	9,0	0,48	....	....	149,0
26	732,30	+ 4,43	731,31	733,24	+15,83	— 1,38	+ 9,7	+21,5	665	— 61	460	830	...	...	calme	4,6	0,22	19,7	+ 1,1	150,0
27	730,52	+ 2,67	729,15	731,88	+18,66	+ 1,55	+ 9,8	+27,7	655	— 74	350	870	...	...	SSW. 0	3,4	0,55	19,8	+ 1,3	149,0
28	732,81	+ 4,97	730,78	734,52	+21,10	+ 4,09	+15,9	+28,1	596	—135	370	760	...	...	var.	5,0	0,08	20,1	+ 1,6	147,7
29	734,05	+ 6,23	732,67	735,16	+18,43	+ 1,52	+11,8	+24,9	745	+ 11	570	870	...	...	N. 0	3,4	0,00	20,6	+ 2,2	147,1
30	732,34	+ 4,54	730,91	733,52	+21,62	+ 4,82	+13,6	+30,9	615	—121	270	890	...	...	SSW. 1	4,0	0,00	20,7	+ 2,3	147,0
31	731,11	+ 3,33	729,52	732,21	+20,00	+ 3,30	+12,7	+27,6	648	— 91	370	840	...	...	N. 1	4,0	0,00	20,6	+ 2,3	146,3
Mois	728,67	+ 1,01			+18,17	+ 0,26			679	— 31						5,87	0,40	17,87	—0,78	156,67

MOYENNES DU MOIS D'AOUT 1895

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	725,40	725,36	725,51	725,52	724,99	724,58	724,61	725,03
2e »	729,14	729,34	729,68	729,84	729,28	728,86	729,08	729,81
3e »	731,27	731,42	731,93	732,01	731,18	730,41	730,56	731,22
Mois	728,69	728,79	729,13	729,22	728,57	728,03	728,16	728,77

Température.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re déc.	+ 14,02	+ 13,14	+ 15,30	+ 18,49	+ 21,04	+ 20,70	+ 18,78	+ 16,03
2e »	+ 14,58	+ 12,87	+ 14,63	+ 19,15	+ 21,63	+ 22,46	+ 19,37	+ 16,47
3e »	+ 15,50	+ 13,73	+ 15,28	+ 21,41	+ 25,12	+ 25,43	+ 21,90	+ 18,33
Mois	+ 14,73	+ 13,26	+ 15,08	+ 19,74	+ 22,68	+ 22,95	+ 20,07	+ 16,89

Fraction de saturation en millièmes.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
1re décade	822	836	753	651	562	582	635	788
2e »	826	853	844	660	528	487	670	785
3e »	753	793	796	585	440	429	558	702
Mois	799	826	798	631	508	497	619	756

	Therm. min.	Therm. max.	Temp. du Rhône.	Clarté moyenne du ciel.	Chemin parcouru p. le vent.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0	0		kil. p. h.	mm	cm
1re décade	+ 12,66	+ 22,98	+ 14,04	0,67	7,11	40,2	164,55
2e »	+ 12,35	+ 23,90	+ 19,20	0,36	6,07	15,3	157,53
3e »	+ 12,85	+ 26,79	+ 20,26	0,20	4,55	7,7	148,72
Mois	+ 12,63	+ 24,63	+ 17,87	0,40	5,87	63,2	156,67

Dans ce mois l'air a été calme 46,8 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SW. a été celui de 1,15 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 58°,2 W. et son intensité est égale à 9,6 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'AOUT 1895.

Le 1er, brouillard depuis 7 h. du soir.
2, pluie depuis 10 h. du soir.
3, brouillard de 4 h. à 7 h. du soir.
4, neige jusqu'à 7 h. du matin et depuis 4 h. du soir; fort vent à 1 h. du soir.
5. brouillard jusqu'à 7 h. du matin et à 7 h. du soir; légère neige à 10 h. du matin.
6, légère pluie à 10 h. du matin.
8. neige jusqu'à 7 h. du matin; brouillard par une forte bise à 10 h. du matin
11, très forte pluie depuis 1 h. du soir.
12, brouillard de 1 h. à 4 h. du soir.
13. brouillard à 7 h. du soir.
14, pluie jusqu'à 10 h. du matin; brouillard depuis 7 h. du soir.
15, brouillard jusqu'à 10 h. du matin et depuis 10 h. du soir.
16, brouillard à 7 h. du soir.
17, brouillard depuis 10 h. du soir.
24, pluie de 4 h. à 7 h. du soir.
25, légère pluie à 7 h. du matin; brouillard depuis 10 h. du matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 6 à 10 h soir	566,41	Le 4 à 2 h. soir	559,60
10 à 1 h. soir	570,41	8 à 5 h. matin	564,28
14 à 9 h. soir	569,08	12 à 6 h. matin	567,15
22 à minuit	573,90	15 à 6 h. matin	568,33
26 à 11 h. soir	572,65	25 à 6 h. matin	569,07
29 à 10 h. matin	575,79	27 à 7 h. matin	571,85

SAINT-BERNARD. — AOUT 1895

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum. observé au barographe	Maximum. observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum des 6 observ.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.	Vent dominant.		Nébulosité moyenne.
	millim	millim	millim.	millim.	°	°	°	°	millim	millim				
1	567,75	— 1,13	567,26	568,20	+ 5,07	— 1,33	+ 2,0	+ 9,1	.....	.....	....	NE.	1	0,73
2	566,92	— 1,97	565,90	567,80	+ 8,22	+ 1,82	+ 3,2	+10,6	.....	8,5	...	SW.	1	0,43
3	564,13	— 4,77	562,65	565,90	+ 5,47	— 0,92	+ 2,1	+ 8,8	.....	.....	....	NE.	1	0,77
4	560,78	— 8,12	559,60	562,28	+ 2,99	— 3,40	— 0,1	+ 7,0	300	33,0	....	var.		0,93
5	562,54	— 6,36	559,95	565,27	0,00	— 6,38	— 3,6	+ 3,2	.....	.....	....	NE.	1	0,68
6	565,67	— 3,23	565,00	566,41	+ 5,74	— 0,63	— 2,0	+ 8,6	.....	.....	....	NE.	1	0,50
7	565,60	— 3,29	565,36	566,28	+ 4,30	— 2,05	+ 2,5	+ 7,4	.....	.....	....	NE.	1	0,55
8	565,75	— 3,14	564,28	567,75	+ 1,19	— 5,14	— 2,8	+ 4,2	.....	3,3	....	NE.	1	0,47
9	568,73	— 0,15	567,70	569,85	+ 7,89	+ 1,58	+ 1,4	+10,7	.....	.....	....	NE.	1	0,18
10	569,93	+ 1,06	569,60	570,11	+10,10	+ 3,82	+ 6,8	+13,6	.....	.....	....	SW.	1	0,12
11	568,69	— 0,17	567,80	569,97	+ 7,99	+ 1,74	+ 6,0	+ 9,6	.....	38,7	....	SW.	1	0,82
12	567,85	— 1,00	567,15	568,77	+ 5,05	— 1,17	+ 2,3	+ 8,4	.....	.....	....	NE	1	0,68
13	568,43	— 0,40	568,05	568,83	+ 6,90	+ 0,71	+ 1,5	+ 9,7	.....	.....	....	SW.	1	0,78
14	568,41	— 0,40	567,59	569,08	+ 3,45	— 2,71	+ 0,6	+ 6,4	.....	17,0	....	NE.	1	0,72
15	568,70	— 0,09	568,33	569,06	+ 1,89	— 4,23	— 1,8	+ 5,1	.....	.....	....	NE.	1	0,57
16	568,57	— 0,20	568,40	568,90	+ 3,82	— 2,26	— 0,9	+ 6,8	.....	.....	....	NE.	1	0,17
17	569,24	+ 0,49	568,45	570,55	+ 5,90	0,14	+ 1,2	+ 9,2	.....	.....	....	NE.	1	0,27
18	571,36	+ 2,64	570,50	572,35	+ 6,34	+ 0,34	+ 1,3	+ 9,4	.....	.....	....	var.		0,12
19	572,51	+ 3,82	572,00	572,98	+ 7,19	+ 1,24	+ 2,8	+10,6	.....	.....	....	NE.	1	0,08
20	572,69	+ 4,03	572,34	573,03	+ 8,49	+ 2,59	+ 3,8	+11,8	.....	.....	....	NE.	1	0,08
21	573,20	+ 4,57	572,65	573,77	+10,29	+ 4,44	+ 5,0	+14,4	.....	.....	....	var.		0,12
22	573,28	+ 4,68	572,80	573,90	+ 9,02	+ 3,23	+ 6,2	+12,2	.....	.....	....	SW.	1	0,32
23	572,21	+ 3,65	571,60	573,17	+ 8,69	+ 2,96	+ 6,0	+11,9	.....	.....	....	SW.	1	0,22
24	570,41	+ 1,89	569,74	571,70	+ 7,54	+ 1,87	+ 5,2	+11,6	.....	7,5	....	NE.	1	0,70
25	569,99	+ 1,51	569,07	570,80	+ 2,69	— 2,91	+ 0,3	+ 5,3	.....	.....	....	NE.	1	1,00
26	571,46	+ 3,02	570,45	572,65	+ 6,62	+ 1,09	+ 1,2	+10,6	.....	.....	....	var.		0,03
27	571,97	+ 3,57	571,85	572,25	+ 8,35	+ 2,89	+ 4,0	+11,9	.....	.....	....	var.		0,18
28	573,31	+ 4,96	571,88	575,00	+ 7,32	+ 1,93	+ 4,7	+ 9,9	.....	.....	....	NE.	1	0,03
29	575,41	+ 7,14	575,02	575,79	+10,07	+ 4,75	+ 6,1	+12,4	.....	.....	....	NE.	1	0,00
30	574,78	+ 6,53	574,20	575,76	+10,24	+ 5,00	+ 6,7	+13,6	.....	.....	....	NE.	1	0,00
31	573,32	+ 5,12	572,85	574,00	+10,79	+ 5,63	+ 6,8	+14,0	.....	.....	....	NE.	1	0,00
Mois	569,47	+ 1,07			+ 6,44	+ 0,46								0,40

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — AOUT 1895.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	565,78	565,47	565,48	565,72	565,76	565,89	566,02	566,11
2e » ...	569,67	569,27	569,30	569,52	569,65	569,76	569,93	570,07
3e » ...	572,76	572,44	572,47	572,79	572,67	572,62	572,74	572,85
Mois	569,51	569,17	569,19	569,45	569,47	569,53	569,67	569,78

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	+ 4,17	+ 6,49	+ 8,40	+ 7,46	+ 5,19	+ 3,42
2e » ...	+ 4,53	+ 7,23	+ 8,47	+ 7,80	+ 5,95	+ 4,78
3e » ...	+ 7,36	+ 9,65	+ 11,49	+ 9,97	+ 8,55	+ 7,49
Mois	+ 5,42	+ 7,85	+ 9,52	+ 8,46	+ 6,63	+ 5,30

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade...	+ 0,95	+ 8,32	0,54	44,8	300
2e » ...	+ 1,68	+ 8,70	0,43	55,7	...
3e » ...	+ 4,75	+ 11,62	0,24	7,5	...
Mois	+ 2,53	+ 9,61	0,40	108,0	300

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SW a été celui de 1,98 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N 45° E., et son intensité est égale à 33,3 fois sur 100.

LA

RECOLORATION DES ALPES

APRÈS LE COUCHER DU SOLEIL

PAR

M, Henri DUFOUR,

Professeur à l'Université de Lausanne.

Présenté à la Section de physique de la Société helvétique des sciences naturelles le 10 septembre 1895.

Les phénomènes de coloration des Alpes qui accompagnent et suivent le coucher du soleil ont été décrits par plusieurs observateurs[1] et les explications proposées paraissaient admises car elles n'étaient pas discutées. En 1894, à la session de la Soc. helvét. des Sc. naturelles, M. le prof. Amsler-Laffon de Schaffhouse a proposé une nouvelle explication, fort ingénieuse et originale, des phénomènes d'éclairement qui se produisent sur les sommets des Alpes un certain temps après le coucher apparent du soleil pour ces sommets. Les idées de M. Amsler publiées dans le *Vierteljahrsschrift der Zürcher Naturf. Gesellschaft*[2] ont amené de la part de M. le Dr J. Maurer,

[1] Necker-de Saussure. *Ann. de chim. et de phys.* T. 70. 1839 ; von Bezold. *Ann. der Physik und Chemie*. Vol. 199. 1864.

[2] Ueber das Alpenglühen. *Viertelj. der Zürcher Naturf. Gesellschaft*. 39 Jahrg. p. 221-237.

attaché au Bureau central de météorologie à Zurich, une réplique intitulée : « Amsler's Theorie des Alpenglühens und ihre Wiederlegung, » publiée d'abord dans la *Schweiz. Bauzeitung*, puis entièrement développée dans la *Meteorologische Zeitschrift*[1]. Les objections présentées par M. Maurer ont engagé M. Amsler à compléter son travail et à défendre ses idées dans un nouveau mémoire envoyé à la réunion de Zermatt de la Soc. helv. des Sciences naturelles[2]. M. Amsler n'ayant pu venir lui-même exposer ses idées et M. Maurer n'étant pas présent à la séance, un simple résumé de l'état de la question a été fait devant les membres de la Section de physique par l'auteur de ses lignes.

La question paraissant mériter une étude encore plus approfondie avant de pouvoir être considérée comme définitivement classée, nous voudrions en quelques lignes exposer les deux idées fondamentales en présence, en laissant de côté pour le moment les résultats des observations nombreuses que nous avons faites sur les phases successives du phénomène de la recoloration, puisque nous devons nons borner à être comme nous l'avons été à Zermatt, un simple interprète des idées émises.

Un observateur regardant les Alpes éclairées par le soleil couchant voit les teintes des rochers et des neiges se colorer en tons jaune d'or et pourpre pendant que le soleil se couche derrière lui; ces tons virent de plus en plus au rouge à mesure que le soleil s'abaisse et ils diminuent d'éclat en s'élevant sur les flancs des montagnes, enfin les sommets seuls luisent encore, puis toute teinte

[1] *Meteorologische Zeitschrift*. Août 1895. Vol. XII.

[2] Zu der Abhandlung des Herrn Dr Maurer über das Alpenglühen, von J. Amsler-Laffon.

jaune ou rose disparaît. Aussitôt après cette disparition de l'éclairage direct, la montagne paraît pâle, les tons des rochers sont d'un gris verdâtre, la neige est d'un blanc mat, il semble qu'aucune coloration ne soit encore possible. Cependant il arrive quelquefois, le phénomène n'est nullement constant, que la montagne s'éclaire de nouveau, au bout d'un nombre de minutes variable avec l'altitude; elle reprend une teinte rose plus foncée que celle due au coucher du soleil, mais assez brillante. Cette teinte disparaît, comme la première, en quittant en *dernier lieu* les sommets. C'est à ce nouvel éclairage, séparé par une période d'obscurité de l'illumination due aux derniers rayons directs du soleil, qu'on donne dans les Alpes le nom de *seconde coloration* ou souvent simplement *coloration*, c'est ce phénomène que Necker de Saussure appelle la *recoloration*. Le nom allemand d'*Alpenglühen* ne s'applique pas nécessairement à la recoloration pour laquelle le terme de *Nachglühen* indiqué par von Bezold devrait être réservé.

Dans quelques cas très rares, après un affaiblissement de la recoloration, il y a un nouvel accroissement de lumière plus pourpre encore que le précédent, moins intense, et plus diffus.

Pendant que ce phénomène se passe sur la face de la montagne regardant le couchant, les teintes caractéristiques du coucher du soleil se produisent à l'occident, leur succession a été très exactement décrite par Necker-de Saussure et par von Bezold; nous ne reproduirons pas leurs descriptions; rappelons seulement que lorsque le soleil est à 4 ou 5° au-dessous de l'horizon une coloratiou pourpre vient se souder à la coloration jaune de la région du ciel où le soleil a disparu, cette coloration pourpre

(das erste Purpurlicht, de von Bezold) est très éclairante « elle colore en rouge les objets placés devant l'observateur qui tourne le dos au soleil » dit cet auteur.

Ajoutons que cette coloration du couchant coïncide en général avec la recoloration de la montagne.

C'est cette coloration rose du couchant qui d'après la plupart des auteurs est la vraie cause de la coloration de la montagne, qui s'illumine sous l'influence de l'éclairement de la région du ciel placée vis-à-vis d'elle; cette opinion est celle de M. R. Wolf et de von Bezold qui la précise en disant : « Dieses Phänomen, das sogenannte *Nachglühen* tritt immer gleichzeitig mit dem ersten Purpurlicht auf, *und ist nur durch dasselbe hervorgebracht.* »

Cette phrase résume le point fondamental de la théorie ordinairement admise à laquelle se rattache M. Maurer.

M. Amsler explique le phénomène de seconde coloration par une action directe des rayons solaires, il admet que dans certaines conditions favorables, lorsque l'air a été fortement échauffé il peut exister un décroissement de température très rapide à mesure qu'on s'élève, par conséquent l'indice de réfraction de l'air augmente à mesure qu'on monte, malgré la diminution de pression et au moment du coucher du soleil les rayons réfractés s'élèvent, formant une ligne convexe du côté du sol; il en résulte pour les régions basses un coucher du soleil anticipé et l'obscurité qui l'accompagne s'élève graduellement. Après cette période du phénomène le refroidissement de la masse d'air intervenant, les rayons solaires ne subissent plus la même inflexion et rentrant dans la partie devenue sombre, ils produisent une seconde coloration qui est la *recoloration*.

Cette nouvelle illumination commence par le *bas* et s'élève graduellement. A l'appui de son explication M. Amsler cite le fait d'une observation de réapparition du soleil après un coucher apparent.

M. Maurer soulève de nombreuses objections contre la théorie de M. Amsler, entre autres 1° l'improbabilité d'un décroissement de température aussi grand que celui exigé par cette théorie pour expliquer la recoloration, 2° le fait de la simultanéité des colorations intenses du couchant et de la seconde coloration, et le fait que lorsque les phénomènes lumineux du couchant ont été très intenses (hiver 1883-84) les colorations des Alpes étaient aussi très accentuées, 3° le fait que les conditions météorologiques générales de février 1894 où de belles colorations ont été observées ne sont nullement favorables au rapide décroissement de la température qu'exige la théorie de M. Amsler.

C'est aux critiques de M. Maurer que M. Amsler-Laffon a voulu répondre en envoyant à Zermatt son second mémoire intitulé : « Zu der Abhandlung des Herrn Maurer über das Alpenglühen. »

M. Amsler accorde qu'il est probable que souvent les phénomènes d'éclairement des Alpes puissent s'expliquer par la coloration pourpre du couchant ou par la présence de bandes de nuages; mais que cette explication ne suffit pas pour rendre compte de l'intensité et de la couleur d'un certain nombre des phénomènes qu'il a observés. Il fait remarquer en outre que les variations de la température nécessaires pour produire les phénomènes de réfraction sur lesquels s'appuie sa théorie, sont beaucoup plus faibles qu'on ne le suppose au premier abord, il suffit de 0°,01 à 0°,03 par mètre pour obtenir un relève-

ment prononcé des rayons traversant la couche d'air. Les conditions de rapide variation de température dans une faible hauteur verticale doivent se réaliser souvent, et il en cite plusieurs manifestations, elle ne peuvent être constatées par les observations météorologiques qui ne donnent pas de renseignements sur les variations de température dans une verticale. Mais le fait le plus important est une nouvelle observation bien constatée de deux couchers de soleil successifs observés par M. Hefti Ruch depuis le Rigi Kaltbad. Cet observateur a été frappé de ce phénomène qui attirait pour la première fois son attention quoiqu'il ait observé, dit-il, de nombreux Alpenglühen.

On peut comme le fait M. Amsler lui-même conclure qu'il est probable que deux phénomènes différents peuvent produire un second éclairement après le coucher du soleil, l'un serait l'éclairement général dû à la coloration du couchant et pour lequel les explications anciennes seraient suffisantes, l'autre probablement plus rare serait le phénomène de réfraction étudié par M. Amsler. Le premier serait un phénomène général, le second, plus localisé, serait observable dans un nombre de cas plus limité.

Divers critères permettront de reconnaître ce qui appartient à l'un ou à l'autre, M. Amsler lui-même en indique quelques-uns. Le phénomène de second éclairement des Alpes après le coucher du soleil sera un phénomène général, se produisant également sur tous les sommets visibles s'il est produit par la coloration du couchant, car ce phénomène optique des hautes régions de l'atmosphère éclairera toutes les Alpes et sera indépendant des conditions atmosphériques locales des couches inférieures.

La seconde coloration étudiée par M. Amsler sera au contraire un phénomène plutôt local dépendant des conditions spéciales des couches d'air des régions inférieures, il pourra être, le même soir, intense dans une région et faible dans une autre.

Des observations attentives de couchers de soleil depuis des sommets élevés tels que le Säntis et les Rochers de Naye pourront fixer la fréquence des conditions de la répartition atmosphérique anormale signalée par M. Amsler.

Notre rôle étant, comme nous l'avons dit à la session de Zermatt, de résumer les opinions en présence nous nous abstenons de donner ici le résultat des nombreuses observations que nous avons faites sur l'Alpenglühen. La question étant maintenant introduite nous nous permettrons de résumer dans un mémoire spécial les résultats de nos observations et de nos mesures. Pour le moment nous croyons qu'il serait peu scientifique, en présence de faits d'observation, de rejeter sans étude plus complète l'explication que M. Amsler propose d'un certain nombre de cas de seconde coloration; l'ingénieuse hypothèse du savant de Schaffhouse invite au contraire à de nouvelles observations aussi précises que possible. Si ce résultat est atteint, les discussions qu'ont soulevées les théories nouvelles de l'Alpenglühen, nous apprendront à mieux connaître un des plus beaux phénomènes optiques de l'atmosphère.

Septembre 1895.

NOUVELLES RECHERCHES

SUR LE

MASSIF DU MONT-BLANC

PAR

L. DUPARC
Professeur à l'Université
de Genève.

ET

L. MRAZEC
Professeur à l'Université
de Bucharest.

I. Note sur le carbonifère du Mont-Blanc.

Le carbonifère n'a été mentionné jusqu'ici que fort rarement dans la chaîne du Mont-Blanc. On l'a signalé sur quelques points du synclinal de Chamounix adossé au flanc sud de la chaîne des Aiguilles-Rouges; récemment aussi il a été retrouvé par Michel-Lévy sous forme d'un petit synclinal pincé dans le cristallin sur le versant nord du massif.

Les nouvelles recherches que nous avons faites nous ont permis d'assigner à cette formation une extension beaucoup plus grande, dans l'axe et au centre même du massif. Nous l'avons tout d'abord retrouvé formant un synclinal pincé dans le voisinage du Col Infranchissable, sur l'arête qui forme la rive droite du glacier supérieur de Miage. Ici le carbonifère est représenté par des grès quartzo-séricileux à grain assez grossier ainsi que par des ardoises noires, siliceuses, légèrement satinées.

Nous avons examiné ces deux types sous le microscope :

Grès schisteux coupe n° 386.

Au microscope on y distingue une série d'éléments détritiques très roulés, essentiellement feldspathiques. Le quartz y est rare; jamais il ne se rencontre en galets aussi gros que les feldspaths. Ceux-ci comprennent de l'orthose dominant de l'oligoclase à macles de l'albite et Karlsbad; puis aussi de l'albite plus rare. Ces feldspaths sont séricitisés et chargés de calcite. Ces éléments sont réunis par une masse schisteuse, primitivement détritique, mais ayant subi la recristallisation. Elle se compose d'une association de grains de quartz et de paillettes de séricite, avec quelques grains détritiques de zircon, des fragments de sphène; un peu d'illménite, quelques lamelles de mica brun altéré et peu polychroïque. Une fine poussière ferrique et titanifère est inégalement distribuée dans la roche ainsi que localement des grains de calcite.

Les paillettes de séricite s'insèrent généralement sur les bords des galets et leur constituent cette auréole si caractéristique des formations du houiller de la première zone alpine.

Schiste houiller coupe n° 385.

Il est formé par de petits grains arrondis, estompés sur les bords, à contour flou, recristallisés en partie. Ces grains sont principalement quartzeux, plus rarement feldspathiques. Par place se développent des nids de chlorite vert pâle. La masse principale du schiste est formée par du quartz allié à de la séricite et à une matière charbonneuse opaque très abondante.

Ces roches appartiennent incontestablement au houiller, elles en ont tous les caractères macroscopiques et microscopiques.

A côté de celles-ci, nous en avons rencontré d'autres, franchement détritiques dont l'aspect n'est point celui des roches précitées, ni celui des roches cristallines du massif.

Tout d'abord, à la base du petit synclinal liasique qui, entre le Mont-Jovet et le Mont-Tondu, repose en discordance sur les schistes cristallins du soubassement du Mont-Blanc, on trouve une roche grise, grenue, litée, qui supporte des cargneules et des calcaires dolomitiques.

Au microscope (coupe nº 266) cette roche est réellement détritique et nous offre trait pour trait un des types caractéristiques du houiller.

Elle renferme de nombreux grains roulés de feldspaths (plagioclases rares) et surtout de quartz, éléments noyés dans une masse séricitique recristallisée, formée par du quartz et de la séricite avec quelques grains brisés et arrondis d'apatite de sphène et de zircon. Par places quelques paillettes d'un mica brun très altéré. Comme d'habitude, la roche est imprégnée d'une poussière noire formée par de petits grains opaques d'éléments ferrugineux (illménite et hématite) puis peut-être aussi de matières charbonneuses. Les galets sont souvent munis de leur auréole de produits recristallisés (séricite). La zoïsite secondaire n'est point très abondante.

A notre avis, cette roche est du houiller; cette formation se retrouverait donc dans le synclinal pincé près du Mont-Jovet et du Mont-Tondu.

Au Mont-Fréty, ce petit dos arrondi qui au bas du Col du Géant s'étend du torrent au glacier de Brenva se trouvent aussi des roches particulières qui paraissent devoir être pétrographiquement rattachables au houiller.

Le Col du Géant que nous avons déjà décrit, est en

protogine, avec intercalations de schistes. Ces derniers, grisâtres, d'aspect séricíteux, sont fortement injectés. Nous en avons fait l'analyse qui donne les résultats suivants :

S_1O_2	=	71.79
Al_2O_3	=	16.27
Fe_2O_3	=	2.91
CaO	=	0.41
MgO	=	1.51
K_2O	=	3.13
Naro	=	3.52
Perte au feu	=	1.07
		100.61

Au pavillon du Mont-Fréty on *voit une roche noire avec des nids de quartz*, puis quelques mètres au-dessous on trouve le lias représenté par des schistes et des calcaires plaqués contre les roches d'aspect cristallin qui forment le noyau du Mont-Fréty. Plus à l'ouest, du côté du Brenva, le lias s'abaisse; et là aussi on trouve la continuation des roches noires du Mont-Fréty. Elles paraissent concordantes avec les bancs de la protogine. Près du glacier de Brenva, au-dessus de ces roches grises, on trouve des granulites qui sont sans doute la continuation de cette zone puissante de filons que l'on peut suivre sur le versant sud à partir du Col du Greppillon. Ces granulites (coupe 334) renferment du zircon, du sphène, de la magnétite, de l'orthose, du microcline, (le premier vermiculé) et du quartz abondant. Belles actions dynamiques évidentes.

Quant au roches du Mont-Fréty, elles sont, comme nous l'avons dit, soit noirâtres avec développement abondant de quartz soit grises, d'aspect grenu et très compact, rappelant alors certains schistes métamorphiques ou encore

certaines roches cristallines. Au microscope (coupe n° 331) cette roche est réellement détritique et peut être considérée comme un grès dynamométamorphosé. Elle est formée d'arènes granitiques essentiellement quartzeuses formant parfois des plages granitiques entières ou encore des amas granulitiques, ou d'autrefois de grains isolés, légèrement arrondis, constitués principalement par du quartz, avec de l'orthose, peu ou point de plagioclases et pas de biotite ni de muscovite. Ces divers éléments sont réunis par de la séricite abondante associée à du quartz secondaire.

Une autre coupe, (n° 333), présente une structure absolument analogue, les éléments constituants y sont encore plus nettement arrondis, les plages entières, d'origine granitique, nombreuses. Ce sont, à n'en pas douter, des plages de protogine ou de granulite sans mica réunies par un ciment quartzo-séricitique. Actions dynamiques manifestes.

Ces faits permettent donc d'affirmer l'existence d'une bande de terrains détritiques dynamométamorphosés, adossés en concordance *apparente* contre le flanc du versant sud du massif du Mont-Blanc. Par analogie de structure ces roches détritiques nous paraissent devoir se rattacher aux grès carbonifères ; ce n'est bien entendu qu'une interprétation pétrographique, on peut en effet affirmer qu'ils sont plus anciens que le trias, mais rien ne prouve qu'ils ne soient pas également antérieurs au houiller, ce qui toutefois serait peu vraisemblable.

Nous avons enfin retrouvé des roches détritiques dynamométamorphosées dans le rocher des Grands-Mulets et dans celui des Petits-Mulets, sans qu'il soit d'ailleurs possible de savoir à quelle formation les rattacher.

Le rocher des Grands-Mulets est généralement représenté comme constitué par des amphibolites. En réalité sa structure est plus complexe.

On trouve d'abord en montant de 2850 à 3050 mètres des schistes satinés séricitiques qui forment la plus grande partie du rocher.

Ils sont parfaitement cristallisés, riches en zoïsite et renferment par-ci par-là quelques gros grains de quartz ou de feldspath.

Parmi ces schistes on trouve certains bancs encore plus franchement détritiques.

Sous le microscope ils paraissent entièrement formés de séricite associée à de la chlorite, de la zoïsite, des débris d'amphibole et des matières charbonneuses. Ces roches sont distinctes des micaschistes, schistes chloriteux ou amphiboliques; ils nous paraissent représenter un horizon supérieur; ils appartiennent peut-être au houiller fortement dynamométamorphosé, en tout cas il n'est guère possible d'être affirmatif sur leur âge.

II. Sur un schiste satiné des Pyramides calcaires (Allée Blanche).

Les deux pyramides calcaires de l'Allée-Blanche forment un anticlinal triasique, constitué par des dolomies, et au cœur duquel on trouve, au col qui sépare les deux pyramides calcaires, une roche verte, feuilletée, d'aspect satiné.

Cette roche (coupe n° 399) au microscope est formée de petits grains de quartz, d'orthose et d'oligoclase entourés d'une auréole de quartz grenu recristallisé au détriment duquel ces grains semblent se nourrir.

La masse principale est formée de quartz, à contour plus ou moins net, paraissant d'origine détritique, fortement recristallisé, et associé à une multitude de touffes et de houpes de chlorite vert pâle, très peu polychroïque à peine biréfringente. Cette chlorite est très abondante, elle forme parfois des auréoles autour des grains de quartz. On trouve aussi quelques rares grains de zircon, un peu de magnétite, puis de la calcite. Dans toute la masse on rencontre une multitude de petits grains opaques ferrugineux, puis de nombreuses aiguilles de rutile souvent accolées au nombre de deux ou trois, rarement maclées en genou. Ces aiguilles sont excessivement fines, on en trouve, parfois plusieurs dans l'épaisseur de la coupe.

Microscopiquement, comme aussi sur le terrain, ces roches rappellent absolument certains chloritoschistes détritiques et dynamométamorphosés du permien; c'est donc probablement à cette époque qu'il faut attribuer ces roches.

III. Notes sur la structure géologique et pétrographique du Mont-Chétif et de la Montagne de la Saxe.

Nous n'avons pas la prètention de donner ici une étude complète du Mont-Chétif et de la Montagne de la Saxe, nous décrirons simplement les principaux résultats stratigraphiques et pétrographiques de nos recherches, résultats qui nous paraissent mériter quelqu'intérêt; nous les compléterons dans notre ouvrage définitif sur le massif du Mont-Blanc.

La structure du Mont-Chétif peut s'observer soit sur la coupe complète que l'on peut en relever depuis Dollone

jusqu'à Notre-Dame de la Guérison, soit aussi en longeant les escarpements de la partie Est de cette montagne.

En montant depuis Dollone, on trouve d'abord les ardoises et calcaires noirs du lias avec cristaux de pyrite, leur plongement est SE. Sous le lias vient une brèche dolomitique, puis de la dolomie qui s'appuie contre le noyau cristallin du Mont-Chétif, considéré comme tel par Favre et Gerlach, et pris comme permien par Zaccagna.

Il est probable que la dolomie repose d'abord sur les quartzites du trias et que ceux-ci s'appuient contre le noyau en question ; le contact étant masqué, il n'est pas possible de rien affirmer. En montant dans le couloir rocheux qui mène au sommet on rencontre d'abord des roches litées d'aspect corné et vitreux simulant le pétrosilex. A l'œil nu, on y voit quelques grains de quartz.

Au microscope (coupe n° 286) la roche est formée d'une pâte à grain très fin, dans laquelle on voit quelques grands cristaux. Ceux-ci sont représentés par de l'orthose mal conservé; peu d'oligoclase, et du quartz à extinctions onduleuses. Ces grands cristaux sont rares, la pâte domine. Celle-ci est formée par de très petits grains de quartz mêlés à des paillettes de séricite orientées parallèlement. La roche paraît avoir d'ailleurs subi de fortes pressions.

Un peu plus haut, au-dessus du couloir, le facies des roches que l'on rencontre est le même, le grain varie seulement un peu.

(Coupe n° 288.) Cette coupe montre de beaux et grands cristaux de quartz, au contour arrondi, corrodés, poreux, plus ou moins brisés, à extinctions onduleuses;

accompagnés de feldspaths plus rares, entièrement décomposés, de grains de magnétite et de lamelles de chlorite nageant dans une pâte analogue à la précédente. Sur l'arête qui monte au sommet, les roches paraissent moins vitreuses, elles sont surchargées de quartz en gros cristaux d'apparence bipyramidée.

Au microscope (coupe n° 289) ces quartz montrent de beaux contours hexagonaux corrodés, leur intérieur est parfois poreux, la pâte y pénètre, ce sont alors par excellence les cristaux corrodés de la première consolidation des microgranulites.

Ces grands cristaux indiquent des phénomènes dynamiques puissants. Ils sont tous à extinctions onduleuses, parfois même brisés, les fragments bordés d'esquilles. La pâte dont les éléments prennent une structure parallèle se moule sur ces grains; la traction est parfois si forte que le grain entouré de la masse forme une véritable petite lentille dont les deux extrémités sont vides, résultat de la résistance du quartz à la déformation.

Il n'y a pas de grands cristaux de feldspaths, mais par places on remarque certains amas de séricite qui gardent un contour et qui, à n'en pas douter, représentent ce qui reste des grands cristaux feldspathiques profondément altérés par la pression. On trouve aussi quelques rares grains de zircon, de la magnétite, puis quelques longues lamelles étirées d'un mica noir polychroïque *ng* brun verdâtre *np* jaunâtre, surchargé d'épidote et de magnétite.

La pâte, très fine, est essentiellement formée de quartz et de séricite.

Un peu plus haut, les roches ont encore le même caractère, les quartz bipyramidés et corrodés abondent

(coupe n° 290), ils sont toujours plus ou moins écrasés, les fragments souvent déplacés les uns par rapport aux autres, les feldspaths sont remplacés par des amas séricitiques à paillettes alignés parallèlement ; quelques jolis prismes de zircon parfois inclus dans les quartz bipyramidés.

La pâte est analogue à celle de la précédente.

Près du sommet apparaissent des roches de couleur claire et verdâtre qui, macroscopiquement, sont fort différentes de celles que nous venons de décrire. Elles sont grenues et riches en un élément vert d'apparence talqueuse. Elles recouvrent sans doute en chapeau les roches précédentes. Au microscope, ces roches semblent presque granitiques.

(Coupe n° 291.) Elles sont formées de quartz, orthose et oligoclase en plages à peine arrondies, directement pressées les unes contre les autres, de telle sorte que la structure détritique n'est visible qu'à un très faible grossissement. Les divers individus sont entourés d'un peu de séricite, remplissant les cassures et tassée dans les interstices. Au sommet même on trouve des types beaucoup plus finement grenus de couleur vert clair avec filons de quartz. Au microscope :

(Coupe n° 292.) Ces roches ont un aspect très cristallin, elles sont formées par la réunion de très petits grains irréguliers et recristallisés de quartz et de feldspaths associés à de la séricite. Ce sont des quartzites recristallisées.

La petite pointe qui domine l'escarpement qui regarde la Montagne de la Saxe ainsi que les parois rocheuses du versant nord au Mont-Chétif sont formées *d'une roche granitique*, ressemblant au premier aspect considérable-

ment à la protogine du Mont Dolent et à celle de la porte du Col du Géant.

Au microscope (coupe n° 294) cette roche est un vrai granit, les éléments constituants en sont du mica noir peu abondant, en petites paillettes groupées généralement en nids; polychroïsme intense *ng* vert brun *np* vert pâle. Quelques jolis prismes de zircon, puis un peu de produits ferrugineux et d'hématite. Le mica est par place très chloritisé, la chlorite est vert pâle.

L'oligoclase est plutôt rare, généralement séricitisé. Ses extinctions le rapportent à la variété oligoclase andésine. L'orthose est fort abondant, riche en filonnets d'albite, mâclé généralement selon la loi de Karlsbad. On trouve aussi quelques rares cristaux de microcline et d'anorthose. Le quartz forme de grandes plages granitoïdes à extinctions roulantes. Actions dynamiques manifestes, quartz écrasé, feldspaths brisés avec de nombreux plans de glissement.

Contre cette paroi plonge en contact anormal le lias du synclinal du val Veni.

Le profil du Mont-Chétif, d'après ces observations, est donc le suivant :

C'est un anticlinal à noyau éruptif comprenant des granits et des microgranulites sur lesquelles s'appuyent le trias du versant sud et sous lequel se renverse avec contact anormal le lias du val Veni.

Sur ce noyau cristallin se trouvent par places des lambeaux de roches recristallisées (coupe n° 291) que nous pensons devoir attribuer aux quartzites du trias.

Ce complexe a subi des pressions énergiques qui ont laminé les microgranulites et les granits et leur ont communiqué une disposition en bancs. Nous ne saurions voir

dans le noyau du Mont-Chétif des quartzites permiens recristallisés ou des Bésimandites ; pas plus d'ailleurs que des schistes cristallins ; ce sont réellement des roches éruptives dynamométamorphosées qui parfois, grâce à ce phénomène, sont devenues presque méconnaissables[1].

Nous avons aussi étudié un grand nombre de coupes faites dans le matériel récolté également sur le profil naturel fourni par les escarpements qui dominent Courmayeur, et retrouvé là tous les divers types de ces microgranulites qui offrent d'ailleurs des différences peu considérables. Ce sont toujours, soit des roches d'aspect corné, très pauvres en grands cristaux, soit des roches plus grenues fortement laminées, riches en beaux et gros cristaux de quartz bipyramidé souvent d'assez grande dimension. L'écrasement et le laminage communiquent parfois à ces roches des allures pseudo-gneissiques qui peuvent contribuer à induire en erreur. Nous ne décrirons pas ces coupes qui sont identiques aux précédentes (coupes n°s 30 à 40) et qui ne sont que la répétition de ce qui a été dit.

La **Montagne de la Saxe** est la continuation directe du Mont-Chétif dont elle est séparée par la vallée de Courmayeur.

Les parois qui dominent les bains et le village de la Saxe sont formées par des microgranulites, continuation naturelle de celles du Mont-Chétif. Au microscope (coupes n°s 308-315) elles montrent de grands cristaux

[1] Ces microgranulites paraissent d'ailleurs en relation étroite avec celles si puissamment développées que l'on peut suivre sur le versant sud dans le val Ferret, Suisse, depuis le Col de Grepillon. Dans une note prochaine nous communiquerons les résultats de nos recherches de cette année sur cette région.

identiques de quartz bipyramidé superbes, peu corrodés, à contour parfois nettement hexagonal. Feldspaths complètement séricitisés avec localement du mica noir, de l'apatite, du sphène; de l'épidote puis de la zoïsite, de la chlorite et de la séricite comme éléments secondaires. La pâte est comme à l'ordinaire formée de quartz et de séricite. Les éléments sont déformés par la pression; les cristaux hexagonaux de quartz étirés, souvent brisés par le milieu, la ligne de fracture jalonnée par des esquilles; les tronçons d'un même cristal déplacés; le cristal lui-même étiré dans le sens de la schistosité.

Un profil levé sur l'extrémité ouest de la Montagne de la Saxe montre d'abord près du village de la Saxe un conglomérat polygénique formé par des galets d'une roche granitique réunis à des cailloux de dolomie et de brèche dolomitique. Ce conglomérat disparaît bientôt sous la couverture liasique. Les roches granitiques de ce conglomérat sont altérées, elles présentent les types suivants :

Au miscroscope (coupe n° 305) on trouve quelques lamelles de mica verdi avec magnétite, apatite, leucoxène; grandes plages d'oligoclase et d'orthose, peu ou point de quartz. C'est un granit pauvre en quartz.

Une autre coupe (n° 306) faite dans un galet différent montre au contraire une roche granitique sans mica avec beaucoup d'orthose à filonnets d'albite en superbes plages avec belles mâcles de Karlsbad, de l'oligoclase plus rare, puis du quartz abondant en plages granitiques et surtout en grains granulitiques. Calcite et séricite comme éléments secondaires. Actions dynamiques puissantes, cristaux frangés d'esquilles sur les bords; parfois ces éléments se pénètrent et forment une vraie brèche.

Sous ce conglomérat on trouve le trias représenté par des brèches dolomitiques, de la dolomie et des quartzites blanches. Celles-ci s'appuyent sur une roche d'*aspect granitique* relativement pauvre en mica.

Sous le microscope (coupe n° 313) cette roche est bien réellement granitique, parfois même pegmatoïde. Le mica vert en petites lamelles contient en inclusions de l'apatite et du fer titané. L'orthose est abondant, mâclé en grandes plages à filonnets, l'oligoclase plus rare, ses extinctions le rapportent à une variété acide, le quartz abondant en plages granitoïdes ou en associations quasi pegmatoïdes. Séricite et calcite secondaires. La roche est très dynamométamorphique, on y trouve des quartz et des feldspaths écrasés, souvent entourés d'une couronne d'esquilles.

Un autre échantillon (coupe n° 314) pris au sommet même du profil suivi montre une structure et une composition analogues. Il est encore plus fortement dynamométamorphique, par places il y a véritablement brèche d'écrasement.

Cette roche granitoïde contient aussi des enclaves.

Celles-ci (coupe n° 314), de couleur grisâtre, à grain très fin, ont sous le microscope la structure d'un microgranit. On y trouve du zircon, de la magnétite, du mica verdi, de l'oligoclase-andésine, du quartz. Puis outre la séricite, de l'épidote et de la calcite. Les feldspaths sont en petits individus, l'oligoclase présente de belles mâcles du péricline. Le quartz est très abondant, il englobe et moule nettement le feldspath.

Sur le versant nord de la Montagne de la Saxe, le lias, comme au Mont-Chétif, se renverse sous la paroi cristalline, la disposition est identique. Il nous reste à explorer

les parties orientales de cette montagne pour compléter ce qui vient d'être dit.

IV. Sur les schistes argileux du synclinal du Val Veni.

Le Val Veni, l'Allée Blanche et le Val Ferret italien sont formés par un synclinal fortement comprimé entre le massif du Mont-Blanc d'une part et le Mont-Chétif et la Montagne de la Saxe de l'autre. Ce synclinal liasique est constitué par des schistes argileux gris foncés ou noirs alternant localement avec des calcaires gris bleuâtres feuilletés, plaqués sur la base du cristallin du versant sud du Mont-Blanc, et renversés sous le noyau cristallin du Mont-Chétif et de la Montagne de la Saxe. Les schistes renferment fréquemment de petits cubes de pyrite, souvent transformés en limonite. Le contact de ceux-ci avec les roches éruptives du massif est souvent pyriteux.

On distingue deux variétés principales de ces schistes argileux; dans l'un le grain est grossier, dans l'autre il est excessivement fin. Au microscope ces deux types sont formés des mêmes éléments constituants.

(Coupe n° 280) Au S. du Mont-Chétif.

Cette roche est formée d'une association intime et fortement schisteuse de grains de calcite avec quelques petits galets de quartz plus rarement d'orthose et de plagioclase, puis avec un peu de muscovite et de rares débris de tourmaline polychroïque dans les tons brun pâle. La roche est criblée de traînées d'une poussière opaque et brune formée par de l'illménite et de nombreuses aiguilles de rutile ainsi que des matières charbonneuses.

(Coupe n° 281) Au S. du Mont-Chétif.

Il ressemble au précédent, le quartz seulement y est plus rare, la structure plus grossièrement grenue; les galets feldspathiques plus fréquents. Ces éléments sont littéralement noyés dans une masse de calcite en gros grains. Partout on trouve la poussière opaque mentionnée plus haut composée d'éléments ferrugineux, de charbon et d'aiguilles de rutile.

(Coupe n° 295) Au N. du Mont-Chétif.

Ce schiste est formé d'une véritable boue calcaire très fine renfermant par places quelques rares nids de quartz et de feldspaths. Poussière fine et peu abondante d'illménite, rutile et charbon.

(Coupe n° 297). C'est le type gréseux des roches précédentes. Il renferme quelques petits grains de quartz, plus rarement de feldspaths, puis quelques gros cristaux de pyrite entourés d'une auréole de limonite, ainsi que des débris de tourmaline polychroïque avec *ng* brun clair *np* brun très pâle.

La masse principale est formée de gros grains de calcite et de dolomie. Poussière noire abondante; belles aiguilles de rutile mâclées.

(A suivre.)

CONSTITUTION
DE LA SAFRANINE
ET
DES INDULINES

PAR

M. George F. JAUBERT

PREMIÈRE PARTIE

La mauvéine ou phénylsafranine, est le premier colorant qui fut préparé artificiellement par oxydation de l'aniline.

En 1856, à Londres, au Royal College of chemistry, William Henry Perkin fit cette mémorable découverte, qui a été si féconde, tant en résultats scientifiques qu'en résultats pratiques. — Voici en quelques mots l'histoire de la première « couleur d'aniline[1] : »

Pendant les vacances de Pâques de 1856, Perkin alors assistant de Hoffmann, cherchait à faire la synthèse de la quinine par oxydation de l'allyltoluidine. Tout naturellement, il fut amené à examiner les produits d'oxydation des bases aromatiques, en particulier le précipité noir

[1] Ces renseignements historiques sont dus à l'obligeance de M. le Dr Henri Caro.

que forme le bichromate de potasse en présence d'aniline. — Ce précipité insoluble dans l'eau cédait à l'alcool une belle matière colorante violette teignant la soie sans mordant. — Le nouveau colorant fut examiné au point de vue de ses propriétés tinctoriales, par le teinturier Puller de Perth, qui lui reconnut de remarquables qualités, les teintures obtenues étant d'une grande solidité aux acides, aux alcalis et à la lumière. — Perkin fit alors breveter son invention (Engl. Pat. 1856 May 6 N° 1068) le brevet lui fut délivré le 26 août 1856 et au commencement de 1857 la fabrique de couleurs d'aniline, qu'il avait fondée à Greenford Green lança dans le commerce la première matière colorante dérivée du goudron de houille sous le nom de « Tyrian Purple » de Perkin et Sons. — Sur le continent le colorant fut dénommé violet de Perkin ou Mauvéine, et grâce à la solidité des teintures obtenues par son moyen, il eut pendant un certain temps une très grande vogue. Aujourd'hui il ne sert plus qu'à la teinture des papiers employés à la confection des timbres-poste anglais.

Quoiqu'il y ait bientôt 40 ans d'écoulés depuis la synthèse de ce premier colorant artificiel, ce n'est que ces dernières années, on peut même dire cette année que l'on est arrivé à avoir une notion exacte de la constitution de ce corps.

Plusieurs savants, entre autres Bernthsen, Nietzki, O.-N. Witt, O. Fischer et Hepp, se sont occupés de la constitution de la safranine (substance mère de la mauvéine) et, la rattachant à la classe des azines, substituées à l'azote azinique, l'on était arrivé à adopter pour ce colorant, la formule de constitution suivante, due à O.-N Witt :

Comme je vais le démontrer, cette formule de constition est fausse, et doit être remplacée par la suivante:

La formule de la mauvéine ou violet de Perkin devient alors:

I.

Par condensation des alcoylmétamidophénols — ou crésols avec le chlorhydrate de nitrosodiméthylaniline, ou la quinonedichlorimide, on obtient des colorants basiques de belle couleur bleue. — Ce procédé fait l'objet de plusieurs brevets ou demandes de brevets de la maison Leonhardt de Mühlheim (Hesse). — Quelques-uns de ces colorants se trouvent dans le commerce, le plus important au point de vue tinctorial, est le « bleu Capri » qui teint le coton mordancé au tannin et à l'émétique, en nuances d'un bleu pur. — Ce colorant s'obtient par condensation du diéthyl-métamido-paracrésol avec le chlorhydrate de nitrosodiméthylaniline. — Si l'on remplace dans cette réaction les alcoyl-métamidophénols par des métamidophénols aromatiquement substitués, comme métaoxydiphénylamine par exemple, on obtient des colorants noirs basiques se rattachant à la classe des oxazines, mais possédant une constitution plus compliquée. — L'un de ces colorants se trouve dans le commerce, sous le nom de « Noir solide » (Leonhardt et C° D. R. P. 50612)[1] ; il prend naissance par condensation de la métaoxydiphénylamine avec le chlorydrate de nitrosodiméthylaniline. – Dans cette réaction le groupe nitroso entre en position para par rapport au groupe amidosubstitué, d'après l'équation suivante :

[1] Friedländer. Tome II, page 184.

J'ai trouvé que cette réaction se passe d'une façon tout à fait différente, si l'on opère en absence d'acide minéral. Dans ce dernier cas, le groupe nitroso de la nitrosodiméthylaniline entre en position para par rapport au groupe hydroxyle de l'amidophénol d'après l'équation suivante :

HO—N

OH —NH $N(CH_3)_2Cl$

N

$N(CH_3)_2HCl$

= O

N

On obtient ainsi un colorant appartenant à la classe des azines. — Il est coloré en rouge-carmin et possède toutes les propriétés et réactions des dérivés de la safranine. Tous les dérivés monosubstitués du métamidophénol sont susceptibles par condensation avec un composé nitroso de donner naissance à une safranine. — Les métamidophénols disubstitués donnent aussi par condensation avec la nitrosodiméthylaniline (mais en absence d'acide minéral seulement) des colorants rouges, que je me propose d'étudier plus tard.

Cette formation de dérivés de la safranine a lieu en deux phases bien distinctes. — En premier lieu d'une façon analogue à la formation du bleu de toluylène, il se forme un indophénol de la constitution suivante:

N

O NH $N(CH_3)_2 \cdot HCl$

C_6H_5

Puis la réaction se poursuit et le colorant rouge prend naissance en même temps que la chaîne azinique se ferme :

N

O N $N(CH_3)_2HCl$

C_6H_5

Les réactions particulières du nouveau colorant montrent que ce dernier contient un groupe quinonique, mais pas de groupe hydroxyle. — Cette migration de la liaison quinoïdique n'a en soi rien de bien étonnant, car les nouveaux colorants de la série de la safranine sont à envisager comme de simples indophénols. — Jusqu'à présent nous ne connaissons pas d'indophénol de la constitution suivante :

N

HN OH

mais seulement les indophénols répondant à la formule isomère :

N

H_2N O

D'après les données du brevet allemand n° 50,612, la préparation du « Noir solide » a lieu de la façon suivante :

On chauffe au bain-marie un mélange de :

11 gr. de métaoxydiphénylanine.
18 » de chlorhydrate de nitrosodiméthylaniline
200 » d'acide acétique glacial ($d = 1.058$).

Dès que l'augmentation de l'intensité du colorant ne se fait plus remarquer, c'est-à-dire après 12 heures de chauffe environ, on arrête l'opération, puis on délaie avec de l'eau la masse en fusion et on précipite la base du colorant avec de l'ammoniaque. — Le précipité noir est filtré, lavé, puis dissous dans un acide minéral étendu — Cette solution par addition de sel marin laisse déposer le colorant à l'état de chlorhydrate.

Le « noir solide » se présente sous forme d'une poudre noire se dissolvant facilement dans l'eau. — Il teint le coton mordancé au tannin et à l'émétique en nuances d'un noir bleuâtre, qui, d'après le dit brevet, sont solides au lavage et à la lumière.

J'ai trouvé que, si dans cette réaction on neutralise l'acide chlorhydrique, on arrive à un tout autre résultat: dans ce cas on obtient un colorant rouge, dérivé azinique appartenant à la famille des amidoindones de MM. O. Fischer et Hepp [1].

On chauffe au bain-marie un mélange de :

9 gr. de chlorhydrate de nitrosodiméthylaniline
9 » de métaoxydiphénylamine
7 » d'acétate de soude fondu
400 » d'alcool.

[1] O. Fischer et Hepp, Liebig's Annalen, 286, 211. — Berichte 28. 2284.

On chauffe aussi longtemps qu'une augmentation de l'intensité du colorant se fait remarquer, puis on distille l'alcool, on dissout le résidu dans de l'eau acidulée, on filtre le liquide rouge et on précipite par le sel marin. — On purifie le nouveau colorant en le redissolvant dans l'eau et le précipitant par le sel, puis par dissolution dans l'alcool d'où il cristallise à l'état pur. — Le rendement est peu satisfaisant car il n'atteint que deux grammes. —

Je propose de nommer ce nouveau colorant « diméthylaposafraninone[1]. »

La diméthylaposafraninone se présente sous forme d'une poudre cristalline rougeâtre, qui, dissoute dans l'acide acétique étendu, laisse déposer au bout de quelques jours de belles aiguilles de plusieurs millimètres de longueur. — La diméthylaposafraninone précipitée par le sel marin est un chlorhydrate et les résultats fournis par l'analyse conduisent à lui assigner la formule $C_{20}H_{22}N_3OCl$. — Ce chlorhydrate est facilement soluble, dans l'eau, en rouge-carmin, dans l'acide chlorhydrique concentré, en violet, dans l'acide sulfurique concentré en vert sale. — Cette solution sulfurique présente le caractère de dichroïsme des dérivés de la rosindone de MM. O. Fischer et Hepp.

Le nouveau colorant se dissout facilement dans l'alcool avec une couleur rouge orangée et une belle fluorescence jaune. — L'addition d'une solution étendue de soude caustique à la dissolution aqueuse du chlorhydrate de diméthylaposafraninone décompose ce dernier avec précipitation de la base. — Le nouveau colorant ne possède pas de valeur industrielle, car il n'est pas assez

[1] O. Fischer et Hepp, *Berichte*, 28-2285.

basique pour teindre le coton mordancé au tannin et à l'émétique, et il n'est pas assez acide non plus, pour teindre la laine en bain acide.

Si dans le procédé de préparation de la diméthylaposafraninone indiqué ci-dessus, on remplace la nitrosodiméthylaniline par le nitrosophénol on obtient ainsi une oxyaposafranone qui possède la constitution suivante :

N

OH—

O

N

Ce corps est identique avec le safranol de MM. Nietzki et Otto.

Cette nouvelle synthèse du safranol fixe d'une façon définitive la position des groupes amidogènes dans le noyau de la safranine. — La safranine possède donc, à l'encontre des recherches de MM. O.-N. Witt et Nietzki, l'une des formules suivantes :

Comme je vais essayer de le démontrer, c'est la première de ces formules, contenant une double liaison quinoïdique, qui est préférable et qui explique le mieux le caractère et les réactions des colorants de la série de la safranine.

L'hypothèse de l'existence d'un groupe ammonium (chlorphénylammonium) dans la molécule de la safranine a été formulée pour expliquer les faits suivants :

1° La forte basicité du colorant.

2° La présence d'eau dans la base de la safranine.

Basicité de la safranine.

La safranine est regardée, avec erreur, comme une base d'une énergie particulière, en effet :

1° L'addition de soude caustique à une dissolution de chlorhydrate de safranine, ne précipite la base du colorant que d'une façon incomplète, à l'encontre des réactions des colorants de la série de l'eurhodine.

2° La diacétylsafranine de même que l'acétylsafranol possédent encore des propriétés basiques, c'est-à-dire se combinent encore aux acides minéraux.

Ces deux faits se laissent parfaitement expliquer sans avoir recours à l'hypothèse de la base ammonium. Le fait de la base ne précipitant pas en présence d'alcalis caustiques, provient simplement de la grande solubilité de cette dernière soit dans l'eau soit dans les solutions alcalines. — Mais le fait le plus positif et tendant à faire admettre l'hypothèse de la base ammonium, est la solubilité de la diacétylsafranine et de l'acétylsafranol dans les acides minéraux. Nous connaissons pourtant des faits analogues, précisément dans des séries de substances contenant une liaison quinoïdique, ainsi par exemple dans les dérivés de la fluorescéïne étudiés dernièrement par Nietzki [1]. — Ces dérivés ne possèdent aucune propriété basique et pourtant se combinent aux acides minéraux. Je pourrais encore citer d'autres exemples, comme l'aurine, l'hématéïne, la brasiline, etc..., tous ces corps se dissolvent dans l'acide chlorhydrique et donnent même avec ce dernier des combinaisons bien définies.

[1] Nietzki. *Berichte*, 28-56.

M. le Dr Arthur Miolati, professeur agrégé à l'université de Rome, a eu l'obligeance de comparer le pouvoir électrique, de solutions de safranine, de fuchsine, de bleu méthylène et de jaune d'acridine. M. Miolati me communique la note suivante.

« Les déterminations du pouvoir conducteur électrique « moléculaire du chlorhydrate de phénosafranine, ont « été faites à la température de 25° et ont donné les « résultats suivants :

γ désigne le nombre de litres d'eau dans lequel a été dissoute la safranine:

μ désigne le pouvoir conducteur.

$\gamma =$	128	256	512	1024
$\mu =$	79.41	81.69	82.61	83.13

« Ces chiffres montrent que la safranine est une forte « base dont le chlorhydrate est normalement dissocié en « solution aqueuse par l'action du courant électrique.

« Ces chiffres correspondent à ceux que donnerait la « formule de constitution suivante :

« Quant à la basicité, la phénosafranine se range à « côté de la parafuchsine, du bleu méthylène et du jaune « d'acridine. — Le pouvoir conducteur de ces colo- « rants, mesuré aussi à 25° a été le suivant :

parafuchsine :

γ =	128	256	512	1024
μ =	4.24	87.29	91.28	93.27

bleu méthylène :

γ =	128	256	512	1024
μ =	88 97	93.66	95.76	96.60

jaune d'acridine :

γ = 1024 (en raison de la faible solubilité)
μ — 86.45.

« La façon analogue dont se comportent ces quatre co-
« lorants conduit à admettre dans leur molécule une posi-
« tion identique de l'atome de chlore. — Admettant donc
« l'hypothèse d'une liaison quinoïdique dans la molé-
« cule de la parafuchsine, du bleu méthylène et du jaune
« d'acridine, nous sommes involontairement contraints
« à l'admettre aussi pour la phénosafranine:

Présence d'eau dans la base de la safranine.

Jusqu'à présent on a admis la présence d'une molécule d'eau dans la base de la safranine, cette hypothèse est fausse comme je vais le démontrer. — Si l'on compare le mode de formation de la safranine (voir plus bas) par condensation de la quinonedichlorimide avec la monophényl-métaphénylène diamine, avec celui de l'indazine la plus simple (Anilidoinduline de R. Wolf) obtenue par condensation de la nitrosoaniline avec la diphényl-métaphénylène diamine, on voit d'une façon très nette que cette indazine n'est à regarder que comme une simple phénylsafranine (mauvéine ou violet de Perkin). — D'après MM. Fischer et Hepp[1] cette indazine est une

[1] Fischer et Hepp. Liebig's Annalen, 262, 258.

base anhydre, si donc la base de l'indazine ne contient pas d'eau, il va sans dire que la base de la safranine, la substance mère ne contient pas d'eau non plus.

La présence d'eau dans la base de la safranine repose sur les résultats d'anal ses communiquées par M. Nietzki.

D'après R. Nietzki et Otto[1], la base analysée avait été préparée par précipitation d'une solution de sulfate de phénosafranine, avec la quantité calculée d'hydrate de barium. Les dosages d'azote dans la substance séchée à 100° donnèrent tous des résultats trop faibles. — La quantité d'eau décelée par l'analyse était aussi extrêmement variable. La base, simplement chauffée à 150°, perd déjà $^1/_2$ molécule d'eau et par cristallisations répétées de l'eau bouillante, elle en perd la totalité. — Cette petite quantité d'eau décelée par l'analyse n'est donc à regarder que comme humidité (on sait que le chlorhydrate de phénosafranine n'est absolument sec qu'à 150°) ou comme eau de cristallisation.

Il est fort possible aussi que cette quantité d'eau décelée par l'analyse, provienne de l'acide carbonique de l'air, que la base de la safranine absorbe avec avidité.

Synthèse de la safranine.

La constitution de la safranine une fois établie, il était facile d'en tenter la synthèse. J'ai atteint ce but par condensation d'un dérivé de la métamidodiphénylamine avec la paranitrosoaniline ou la quinonedichlorimide :

[1] R. Nietzki et Otto, *Berichte*, 21-1593.

Jusqu'à présent on ne connaît pas encore de dérivé métamidé de la diphényl- ou de la ditolylamine. — Par nitration de la combinaison benzoylée de la paraditolylamine, Lellmann [1] a obtenu un dérivé orthonitré qui par réduction conduit à un dérivé orthoamidé de la paraditolylamine. — J'ai trouvé que si l'on nitre directement la paraditolylamine en solution sulfurique avec la quantité théorique d'acide nitrique concentré, on obtient le dérivé métanitré cherché et que ce dérivé donne par réduction la métamido-paraditolylanine, base cristallisant très bien de la ligroïne et fondant à 71° [2].

Si l'on condense cette nouvelle base avec la quinone dichlorimide, on obtient une safranine isomère avec la

[1] Lellmann, *Berichte*, 15-831.

[2] George F.Jaubert, *Berichte*, 28-1647.

safranine marque T[1] du commerce, que l'on prépare par oxydation de quantités moléculaires égales, de para toluylène diamine d'orthotoluidine et d'aniline. — La safranine T possède la constitution suivante :

La nouvelle safranine obtenue par condensation de la quinonedichlorimide avec la métamidoparaditolylamine répond à la formule :

La préparation de ce colorant se fait en chauffant au bain-marie un mélange de :

2,5 gr. de métamido-para-ditolylamine
2 » de quinonedichlorimide et de
50 » d'acide acétique glacial (d = 1,058)

[1] Safranine T de la Badische Anilin-und Sodafabrik.

On prolonge l'opération aussi longtemps que la formation du colorant augmente, puis on dissout la fusion dans de l'eau et on la sépare par filtration du résidu insoluble.— On précipite le colorant à l'état de chlorhydrate en ajoutant du sel, puis on le purifie par des cristallisations répétées de l'alcool absolu.

Le colorant à l'état pur se présente sous forme d'une poudre cristalline verte, à reflets rougeâtres, formant le chlorhydrate de la base. — Il se dissout facilement dans l'eau avec une belle couleur rouge et une fluorescence jaune. — La fluorescence s'observe avec plus de facilité en solution alcoolique. Le nouveau colorant se dissout en bleu dans l'acide chlorhydrique concentré, et en vert dans l'acide sulfurique de 66° *Bé*. — La solution aqueuse acidifiée, donne par l'adjonction de nitrite de soude, une combinaison monodiazoïque de couleur bleue, cette dernière copulée avec le β naphtol donne un bleu[1]. — La nouvelle safranine possède des propriétés basiques énergiques et teint en rouge le coton mordancé au tanin et à l'émétique.

Les nuances que l'on obtient sont identiques avec celles que donne la safranine T. — Ce fait, montre avec évidence, que la position relative des groupes CH_3 dans le noyau de la safranine, est sans influence sur la teinte des colorations obtenues.

Le chlorhydrate de safranine, cristallisé de l'alcool, et séché à 150°, a donné à l'analyse les résultats suivants :

Analyses calculées pour : $C_{20}H_{19}N_4Cl$.

$N\ ^0/_0 = 16.83$ $Cl\ ^0/_0 = 10.13$

trouvé = 16.08 trouvé = 10.93

[1] Ce bleu est isomère avec le «bleu indoïne» de la Badische Anilin-und Sodafabrik de Ludwigshafen s.-Rhin.

Comme je l'ai dit plus haut, la formation de la safranine a lieu en deux phases bien distinctes. — Il y a d'abord, d'une façon analogue à la préparation du bleu de toluylène, la formation d'une indamine ou d'un indophénol, puis la réaction se poursuit, l'anneau azinique se ferme, et le colorant rouge prend naissance. — Dans la condensation de la quinonedichlorimide avec la métamidoparaditolylamine, la réaction se poursuit trop rapidement pour qu'il soit possible d'isoler le produit de la première phase, c'est-à-dire l'indamine. — Si l'on remplace par contre, dans cette réaction, le dérivé nitrosé, ou la quinonedichlorimide, par une paradiamine, c'est-à-dire, que l'on oxyde à froid un mélange de paraphénylène diamine et de métamidoparaditolylamine on obtient alors avec le rendement théorique l'indamine, le produit de la première phase. La métamidoparaditolylamine est assez difficile à préparer en grande quantité, à cause du mauvais rendement, aussi l'ai-je remplacée par la dinitrométamidodiphénylamine ou la dinitro-diméthylmétamidodiphénylamine. — Ces deux corps sont très faciles à préparer. — Le premier a été obtenu pour la première fois par Leymann [1] il y a treize ans, par condensation du dinitrochlorobenzène 1 : 2 : 4 : avec la métaphénylène diamine. Le second par la « Société anonyme des matières colorantes et produits chimiques de St-Denis [2] » par condensation du dinitrochlorobenzène 1 : 2 : 4 : avec la métamidodiméthylaniline. Si l'on oxyde à froid en solution acétique, avec une quantité de bichromate de potasse correspondant à 2 atomes d'oxygène, un mélange de 1-

[1] Leymann. *Berichte*, 15-1237,

[2] D. R. P. 54.157 (Friedländer, II, 183).

molécule de paraphénylènediamine et de 1- molécule de dinitrométamidodiphénylamine, on obtient avec un rendement théorique un bleu de dinitrophénylphénylène de la constitution suivante :

N
ClH_2N —NH NH_2
$-NO_2$
NO_2

Si l'on chauffe ce corps en solution aqueuse, ou mieux en solution alcoolique, il se transforme théoriquement en dinitrosafranine :

N
ClH_2N NH_2
N
NO_2
NO_2

Ce nouveau colorant est à regarder comme le dérivé dinitré de la phénosafranine de O. N. Witt.

Synthèse de la dinitrophénosafranine.

Sans que l'on sut avoir affaire à une safranine un dérivé de ce corps a déjà été préparé synthétiquement il

y a six ans par la « Société anonyme des matières colorantes et produits chimiques de St-Denis ». (Voir le brevet allemand n° 54157. Friedländer II, 183). Dans ce brevet on revendique les produits de l'action du chlorhydrate de nitrosodiméthylaniline sur la dinitro-diméthylmétamido-diphénylamine.

D'après les données du dit brevet on obtient le dérivé métamidé de la diphénylamine par condensation du dinitrochlorobenzène 1 : 2 : 4 : avec la métamidodiméthylaniline. — Comme le chlorhydrate de cette base est plus facile à obtenir que la base elle-même, j'ai modifié le procédé de la façon suivante :

On chauffe au réfrigérant ascendant un mélange de :

21 gr. de chlorhydrate de métamidodiméthylaniline
20 » de dinitrochlorobenzène 1 : 2 : 4
10 » d'acétate de soude fondu, et
200 » d'alcool.

Au bout de 3-4 heures la réaction est terminée, on verse le produit dans beaucoup d'eau froide, on le filtre et on le sèche au bain-marie.— Rendement 28 gr. (théorie 30 gr.). — Le produit brut cristallise fort bien de l'acide acétique ou de l'alcool en paillettes d'une couleur rouge grenat, qui fondent 136-137°. La dinitro-diméthylmétamidodiphénylamine est insoluble dans l'eau, facilement soluble dans l'alcool, dans le benzène, dans l'acide acétique glacial et dans les acides minéraux. La substance cristallisée de l'alcool et séchée à 100°, a donné à l'analyse les résultats suivants :

Résultat calculé pour : $(NO_2)_2\ C_6H_3—NH—C_6H_4\ N(CH_3)_2$

N% = 18.54

Trouvé = 18.40

La dinitro-métamidodiphénylamine, a été préparée par le même procédé. On remplace dans le mode de préparation indiqué ci-dessus, les 21 gr. de chlorhydrate de métamidodiméthylaniline, par 18 gr. de chlorhydrate de métaphénylènediamine. — Rendement 25 gr. (Théorie 27,5 gr.). — Petits cristaux rouges fondant à 172° (Leymann.)

Dinitrotétraméthylsafranine. (Colorant du brevet allemand n° 54157). En oxydant à froid un mélange de 1 molécule de dinitro-diméthyl-métamido-diphénylamine et de 1 molécule de sulfate de paramidodiméthylaniline, on obtient avec un excellent rendement le produit bleu intermédiaire (dérivé dinitrophénylamidé du vert de Bindschedler) lequel, chauffé en solution alcoolique, se transforme en dinitrotétraméthylsafranine. — Comme la formation de ce colorant est identique avec celle de la dinitrophénosafranine, je me contenterai d'indiquer le mode de préparation de cette dernière.

Dinitrophénosafranine.

Produit intermédiaire-indamine. — On chauffe à l'ébullition un mélange de :

27 gr. de dinitro-métamido-diphénylamine
18 » de chlorhydrate de paraphénylènediamine
20 » d'acétate de soude fondu et
1 litre d'acide acétique à 95 %

Quand tout est dissout, on arrête l'opération, puis on laisse refroidir en agitant, de façon à ce que les cristaux qui se forment se déposent à l'état très ténu, puis on refroidit à 10°, et l'on ajoute 666 cc. d'une solution normale au dixième, de bichromate de potasse, soit 20 gr. de $K_2 Cr_2 O_7$. — Le produit intermédiaire bleu se forme aussitôt et se sépare. — On agite pendant deux heures

puis on ajoute deux litres d'eau et on filtre. Le produit intermédiaire, séché d'abord à la température ordinaire puis dans le vide, pèse 40 gr. Le nouveau colorant se présente sous forme d'une poudre cristalline bleue à reflets cuivrés, — En le chauffant sur la lame de platine il détone en laissant un léger résidu d'oxyde de chrome. — La purification de cette indamine n'est pas facile, car elle est presque insoluble dans l'eau, et en laissant évaporer à la température ordinaire, sa dissolution alcoolique elle se transforme déjà en partie en safranine.

Une série de dosages d'azote faits avec cette indamine ont donné tous des chiffres trop faibles.

Résultat calculé pour : $C_{18} H_{14} N_6 O_4$
N % = 22.22
Trouvé = 19.52; 19.85; 19.73.

L'indamine est presque insoluble dans l'eau froide, un peu plus soluble dans l'eau chaude en se transformant en safranine, elle se dissout facilement avec une belle couleur bleue, dans l'alcool froid, en chauffant la couleur vire au rouge. — L'indamine est décomposée par les acides minéraux en se colorant en jaune.

Safranine. — On chauffe au réfrigérant ascendant un mélange de :

5 gr. d'indamine et de
100 » d'alcool

L'indamine se dissout peu à peu, et au bout de deux heures environ elle a complètement disparu.

On distille l'alcool et l'on épuise le résidu sec par de l'eau bouillante. — Les liquides filtrés sont réunis acidifiés par de l'acide chlorhydrique et l'on précipite le colorant par le sel marin. On obtient ainsi 2,5 gr. de

dinitrophénosafranine, contenant un peu de sel; pour la purifier on extrait le chlorhydrate brut par de l'alcool absolu. — La solution alcoolique laisse déposer par le refroidissement de petits cristaux brillants de chlorhydrate de dinitrophénosafranine dont le poids atteint 1,8 gr.

Ces cristaux séchés à 150° ont donné à l'analyse les résultats suivants :

Calculé pour : $C_{18} H_{13} N_6 O_4 Cl$.
N % = 20.36
Trouvé = 19.42

Le chlorhydrate de dinitrophénosafranine se dissout très facilement dans l'eau et dans l'alcool avec une couleur rouge-carmin, dans l'acide chlorhydrique avec une couleur bleue, et dans l'acide sulfurique concentré avec une teinte verte. — Par l'action de l'acide nitreux il se transforme en un dérivé monodiazoïque.

La dinitrophénosafranine teint le coton mordancé au tanin et à l'émétique, en nuances d'un rouge plus bleuâtre que celui que donne la safranine T. Ceci montre que l'introduction de groupes nitro dans le radical phényle substitué à l'azote azinique, amène un changement de nuance allant du rouge au bleu.

Synthèse du safranol.

Comme je l'ai déjà indiqué, le safranol prend naissance par condensation de la métaoxydiphénylamine avec la paranitrosophénol. — On arrive aussi au même résultat en oxydant en absence de tout acide minéral, un mélange de métaoxydiphénylamine et de paramidophénol.

Préparation avec le paranitrosophénol.

On chauffe au bain-marie, en agitant souvent un mélange de :

18,5 gr.		de métaoxydiphénylamine
22	»	de paranitrosophénolsodium
20	»	de soude caustique, et
500	»	d'eau

Au bout de six h. la réaction est terminée, on laisse reposer le mélange pendant la nuit, et le sel monosodique du safranol cristallise en aiguilles plates de plus d'un centimètre de longueur, on filtre les cristaux à la trompe et on les lave à l'eau salée. — Le safranol contenu dans les eaux mères est précipité avec de l'acide acétique à 30 °/₀. — Le rendement atteint environ 82 °/₀ de la théorie.

Préparation avec le paramidophénol.

On dissout :

18.5 gr.		de métaoxydiphénylamine
14,5	»	du chlorhydrate de paramidophénol
10	»	de soude caustique dans
500	»	d'eau chaude, puis après refroidissement on ajoute une solution froide de
30	»	de bichromate de potasse, dans
300	»	d'eau

On laisse reposer le mélange à la température ordinaire pendant 24 heures, en ayant soin d'agiter de temps en temps, puis on ajoute 50 gr. de soude caustique en solution concentrée et on laisse digérer le mélange au bain-marie pendant 12 heures. — On étend alors la solution rouge avec beaucoup d'eau, on filtre et l'on précipite le safranol avec de l'acide acétique.

Le rendement atteint 70 °/₀ de la théorie.

Le safranol possède la formule de constitution suivante:

Le safranol est insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'éther et dans l'alcool, très soluble dans les alcalis d'où les acides le précipitent sous forme de paillettes cristallines. Le safranol donne un sel monosodique, qui a fourni à l'analyse les résultats suivants :

Analyse calculée pour : $C_{18} H_{11} N_2 O_2 Na$

Na % = 7.42

Trouvé = 7.85

Safraninone.

Je désigne de ce nom les colorants de la série de la safranine, contenant un groupe quinonique et un groupe amidogène. — Ces colorants sont probablement identiques avec les amidoindones de MM. O. Fischer et Hepp, ils prennent naissance par condensation d'une paranitrosamine avec un métamidophénol monosubstitué (voir plus haut).

La safraninone la plus simple correspond à la formule:

Ce colorant se forme encore plus facilement par oxydation de quantités moléculaires égales, de paraphénylène diamine et de métaoxydiphénylamine. — On dissout dans un litre d'eau chaude :

18,5 gr. de métaoxydiphénylamine
18 » de chlorhydrate de paraphénylènediamine et
12,5 » de soude caustique

Après refroidissement on ajoute une solution froide de:
30 gr de bichromate de potasse dans :
300 » d'eau

On laisse le mélange à lui même pendant 24 heures en agitant de temps à autres, puis on acidifie avec de l'acide acétique, on porte à l'ébullition et on filtre à chaud. — La solution filtrée par addition de sel marin laisse déposer le chlorhydrate du nouveau colorant.

Le rendement est peu satisfaisant.

On purifie le chlorhydrate de safraninone en le dissolvant dans l'acide acétique étendu, d'où il cristallise au bout de quelques jours en belles aiguilles vertes. — Il se dissout facilement dans l'eau avec une belle couleur carmin et une fluorescence jaune, dans l'acide chlorhydrique avec une couleur violette, dans l'acide sulfurique concentré avec une teinte vert sale, cette solution sulfurique, montre le dichroïsme des dérivés de la rosindone de MM. O. Fischer et Hepp.

La safraninone se dissout dans l'alcool avec une couleur orange et une fluorescence jaune.

Une solution aqueuse du nouveau colorant est précipitée par l'addition de soude caustique étendue. — Il teint le coton tanné en nuances rouges peu solides.

Le chlorhydrate de safraninone cristallisé de l'acide acétique et séché à 100° a donné à l'analyse les résultats suivants :

Analyse calculée pour: $C_{18} H_{14} N_2 O Cl$.
N % = 13,00
Trouvé = 12,49

La safraninone contient un groupe amidogène qui se laisse diazoter, la combinaison diazoïque combinée avec le β naphtol donne un colorant bleu.

La safraninone se forme aussi, mais en très petite quantité et mélangée à une matière colorante violette, quand on chauffe le safranol avec de l'ammoniaque à 180°

La safraninone chauffée avec de l'ammoniaque à 180° donne une petite quantité de safranine. Si on traite la safraninone par la potasse alcoolique, ou par de l'acide sulfurique de 75 %, à la température de l'ébullition on obtient du safranol. — Par diazotation en solution alcoolique la safraninone se transforme en safranone.

Safranone.

La safranone ou aposafranone, prend naissance par échange du groupe NH. de l'aposafranine de MM. O. Fischer et Hepp, contre le groupe O, en chauffant cette dernière avec de l'acide sulfurique de 75%.

La safranone possède la constitution suivante:

N

O

N

On chauffe au réfrigérant ascendant pendant 10 heures, un mélange de :

50 gr. d'aposafranine
450 » d'acide sulfurique monohydraté et
150 » d'eau

La réaction terminée, on étend le liquide avec beaucoup d'eau, puis on filtre la solution bouillante. — Après refroidissement du liquide filtré, on neutralise presque entièrement l'acide sulfurique, en ajoutant du carbonate de soude, puis on précipite l'aposafranone par l'addition d'acétate de soude. — L'aposafranine non transformée reste en solution, on la récupère en la précipitant avec de la soude caustique.

50 gr. d'aposafranine ont donné 7 gr. de safranone et 6 gr. d'aposafranine non transformée.

On purifie l'aposafranone en la dissolvant dans un acide minéral étendu et en la précipitant par de l'acétate de soude, on l'obtient ainsi sous forme de petites aiguilles brunes ne contenant pas de chlore.

L'aposafranone séchée à 100° a donné à l'analyse les résultats suivants :

Analyse calculée pour : $C_{18} H_{12} N_2 O$.
N °/₀ = 10,29
Trouvé = 10,32

L'aposafranone se dissout facilement dans l'eau chaude avec une couleur rouge-fuchsine, elle se dissout très facilement dans l'alcool, mais sans fluorescence, comme tous les dérivés monosubstitués de la phénylphénazine, elle se dissout dans l'acide sulfurique concentré avec une couleur rouge brunâtre par transparence, et verte par réflexion (dichroïsme).

Je donne ci-après un tableau contenant les réactions des différents dérivés de la safranine.

	SOLUTION DANS :			
	l'eau.	l'alcool.	HCl pur.	H_2SO_4 pur.
SAFRANINE N H_2N – =NH N	Facilement soluble avec couleur rouge et fluorescence jaune.	Facilement soluble, avec fluorescence jaune très vive.	Soluble en bleu pur, par dilution vire au violet puis au rouge.	Soluble en vert herbe, par dilution vire au bleu puis au violet et au rouge.
APOSAFRANINE N =HN N	Facilement soluble avec couleur rouge sans fluorescence	Comme ci-dessus mais sans fluorescence	Soluble en violet bleu, par dilution vire au rouge.	Solution en vert jaune, par dilution vire au violet sale, puis au rouge.
SAFRANINONE N H_2N – =O N	Facilement soluble avec couleur rouge et fluorescence jaune.	Comme ci-dessus mais avec fluorescence jaune.	Soluble en bleu, par dilution vire au violet puis au rouge.	Comme ci-dessus (Dichroïsme).
SAFRANOL N HO – =O N	Insoluble.	Un peu soluble dans l'alcool bouillant.	Soluble en jaune.	Soluble en rouge brun, par dilution vire au jaune.
APOSAFRANONE N =O N	Un peu soluble dans l'eau bouillante.	Facilement soluble avec couleur rouge fuchsine.	Soluble en jaune.	Soluble en rouge-brun, avec reflets verts (Dichroïsme).

Combinaison diazoïque.	LA SOLUTION AQUEUSE DONNE AVEC :			
	l'acétate de soude.	le carbonate de soude.	la soude caustique.	l'ammoniaque.
Bleu pur, se combine au β naphtol.	Pas de précipité.	Pas de précipité.	La base est précipitée en grande partie.	Pas de précipité.
Ne se laisse pas diazoter.	Pas de précipité.	Pas de précipité.	Précipitée complètement.	Pas de précipité.
Bleue, se combine au β naphtol.	Pas de précipité.	Pas de précipité.	Précipitée complètement.	Pas de précipité.
Ne se laisse pas diazoter.	Insoluble.	Se dissout à l'ébullition avec couleur rouge jaunâtre.	Se dissout, un excès d'alcali précipite le sel monosodique.	Se dissout et n'est pas précipité par un excès d'ammoniaque.
Ne se laisse pas diazoter.	Précipitée en grande partie.	Précipitée.	Précipitée complètement.	Pas de précipité.

(A suivre.)

SOIXANTE-DIX-HUITIÈME SESSION

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES

RÉUNIE A

ZERMATT

Les 9, 10 et 11 septembre 1895.

Les réunions de la Société helvétique des sciences naturelles se suivent annuellement sans changement ou à peu près dans leur programme; ce sont les mêmes séances se succédant dans le même ordre et presque la même composition, grâce aux fidèles qui sauf empêchement absolu se font un devoir et plus encore un plaisir d'accourir à l'appel du comité annuel pour se réunir à leurs collègues des autres cantons et consolider d'anciennes et intimes relations d'amitié. Le lieu de la réunion change, mais ce qui demeure ce sont les sentiments qu'apportent tous les participants, la cordialité parfaite qui règne entre eux malgré les divergences d'opinions et aussi l'accueil qu'ils reçoivent chaque fois de la part des habitants ; car dans notre petit pays, si merveilleusement doté par la nature, tous aiment les choses de la nature et ont de l'estime pour ceux qui l'étudient.

Ce n'est pas dans un centre industriel comme à Schaffhouse l'an dernier, ni dans une ville d'université comme

pour les sessions antérieures de Bâle et de Lausanne que les membres de la Société s'étaient donné rendez-vous cette année, mais bien au cœur même de la grande nature alpestre, dans ce Zermatt dont le nom seul en dit tant à tous les admirateurs de la haute montagne.

Le comité annuel présidé par M. P.-M. de Riedmatten, de Sion, a très largement fait les choses. Il en a été de même de la Société Murithienne qui avait invité les sections sœurs du reste de la Suisse, et de son président, M. Wilczek. La famille Seiler, propriétaire des grands hôtels de Zermatt avait tenu à honneur de faire tout ce qui était en son pouvoir pour rendre plus facile et agréable le séjour de ses hôtes naturalistes qui tous sont revenus enchantés et reconnaissants de l'accueil reçu.

Une centaine de membres ont pris part à cette session, dont les séances ont été très nourries. Le programme de ces séances a été du reste comme nous l'avons dit le même que les années précédentes.

La réunion a été ouverte en assemblée générale le 9 septembre par un discours très intéressant de M. de Riedmatten président, sur l'histoire naturelle de la région.

Le lendemain ont eu lieu les séances des sections spéciales correspondant aux différentes branches des sciences.

Une seconde assemblée générale tenue le 11 septembre a clos cette session. On y a entendu encore plusieurs communications importantes et d'un intérêt plus général.

A côté de ces séances le comité avait organisé de charmantes excursions dans les environs, aux gorges du Gœrner, au glacier de Findelen et ailleurs, et Zermatt par ces belles journées de septembre s'est montré sous son plus beau jour.

Nous tenons à exprimer ici nos plus sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué au succès de cette réunion.

Sur l'invitation de la Société des sciences naturelles de Zurich qui célèbre l'année prochaine le cent cinquantième anniversaire de sa fondation, il a été décidé que la prochaine session aurait lieu en 1896 dans cette ville.

Nous allons rendre compte maintenant des travaux présentés dans le cours de cette session en les classant suivant les branches de la science auxquelles ils se rapportent.

Physique et Chimie.

Président : M. le Prof. HAGENBACH, de Bâle.
Secrétaire : M. le Dr GRUNER, de Berne.

Raoul Pictet. L'acétylène, sa liquéfaction, ses propriétés. — Henri Dufour. Observations sur l'étincelle électrique. — H. Veillon. L'aimantation de l'acier par la décharge oscillante de la bouteille de Leyde. — Ed. Sarasin. Les seiches du lac de Thoune. — A. Werner. Recherches sur le poids moléculaire de sels anorganiques. — Raoul Pictet. Application de la recherche du point critique à la détermination de la pureté des corps. — Le même. Moteur calorique. — L. Perrot et F. Dussaud. La réfraction du son. -- A. Riggenbach. Atlas de nuages. — Jäger. Longueur de chemin moyenne des molécules gazeuses. — Ed. Hagenbach. Définition de la viscosité d'un liquide. — Amsler-Laffon, Maurer, Henri Dufour. Observations sur l'Alpenglühen et son explication. — Schumacher-Kopp. Questions de chimie légale.

M. Raoul PICTET. *L'acétylène, sa liquéfaction, ses propriétés physiques.*

Dans la seconde séance générale M. Raoul Pictet a exposé ses récentes recherches sur le gaz acétylène, gaz dont tous les journaux parlent beaucoup depuis un an.

M. Raoul Pictet a commencé par constater que toutes les méthodes de préparation de ce gaz ne le produisent pas pur mais souillé d'une foule de corps étrangers, vapeur d'eau, ammoniaque et hydrocarbures divers.

La dissociation de l'acétylène commence dans ce cas presque dès sa formation et le corps en contact avec du cuivre donne lieu, surtout en présence de l'ammoniaque, à des combinaisons éminemment dangereuses et explosives.

Au moyen de très basses températures et par des distillations successives M. Pictet a obtenu l'acétylène liquéfiée et chimiquement pure.

M. Raoul Pictet fait circuler un tube de verre scellé où l'on voit l'acétylène liquide. On constate par ce tube que le pouvoir réfringeant de l'acétylène est tellement faible que le tube ressemble à un tube vide et seulement plein d'air. En voyant le ménisque supérieur on constate alors la présence du liquide.

Le pouvoir de dilatation est énorme, le coefficient est plus considérable que celui de tous les autres liquides volatils connus. Il est égal à $0,01 = \alpha$.

La densité de l'acétylène liquide est également la plus faible connue en physique, voisine de 0.35.

L'acétylène purifiée est un liquide transparent et très stable, n'attaquant nullement les métaux et résistant à de fréquents changements d'état sans se polymériser.

L'acétylène étant fortement *endothermique* abandonne beaucoup de chaleur actuelle lorsqu'elle se décompose.

M. Raoul Pictet attribue à ce fait l'éclat incomparable de la flamme d'acétylène. Chaque molécule, au moment de la décomposition, fournit aux atomes de charbon une énergie colossale qui porte la température moléculaire

au maximum. La combustion de l'acétylène ne serait ainsi qu'une série ininterrompue de petites explosions moléculaires avec combustion du charbon consécutive aux explosions.

M. Raoul Pictet raconte tous les essais qu'il a faits pour la préparation de l'acétylène pure et il présente une bonbonne d'acier très solide pleine d'acétylène liquide.

Il allume le gaz à un brûleur spécial et compare la flamme du bec à celle d'une forte lampe à pétrole. Celle-ci paraît toute jaune et terne à côté de la clarté blanche et éclatante de l'acétylène.

M. Henri Dufour indique quelques-uns des résultats obtenus en mesurant les *différences de potentiel qui accompagnent la production d'étincelles successives.* (Voir *Archives*, XXX, 273).

Les résultats détaillés de ces mesures seront publiés ultérieurement.

M. Henri Veillon communique le résultat de ses recherches *sur l'aimantation de l'acier par les décharges oscillantes de la bouteille de Leyde.*

Pour faire comprendre l'origine de ce travail il est nécessaire de rappeler ici une conférence faite par M. Hagenbach-Bischoff en 1894 à la session de notre Société à Schaffhouse dans laquelle ce savant exposa, à titre de communication provisoire, de très curieux phénomènes d'induction qui accompagnent les décharges de la bouteille de Leyde. Le fait principal établi par ces expériences, que M. Hagenbach fit avec l'aide de son assistant M. Veillon au laboratoire de Bâle, et qui sont encore à l'heure qu'il est en cours d'exécution, est un phénomène

de transformation de la quantité d'électricité mise en mouvement par la décharge dans un conducteur ramifié d'une manière particulière. On mesurait les quantités d'électricité qui traversaient les différentes parties du circuit au moyen de galvanomètres ballistiques, et quand les phénomènes de transformation, auxquels nous faisons allusion, venaient à se produire ils étaient généralement accompagnés d'un changement brusque de la position de l'axe magnétique dans les aiguilles des galvanomètres. Les déviations accidentelles ainsi produites disparaissaient de nouveau, soit totalement soit partiellement, lorsqu'une décharge ordinaire, c'est-à-dire sans transformation, venait à traverser l'instrument. Ce changement de l'axe magnetique, résultant évidemment de la superposition d'une aimantation produite par la décharge sur le magnétisme individuel de l'aiguille, devait nécessairement fournir à lui seul l'objet d'une étude spéciale, et c'est l'exécution de ce travail que M. Hagenbach confia à M. Veillon. Toute une série d'expériences, tentées dans le but de découvrir une loi présidant à ces déplacements et à ces retours de l'axe magnétique, fit voir que la chose était beaucoup plus compliquée que l'on ne s'y attendait, et que pour avoir chance de réussite il était indispensable de commencer par une étude, analogue à celle que firent jadis Savary, Hankel et d'autres, de l'aimantation produite par une décharge dans un acier vierge de tout magnétisme. C'est sur ce dernier cas que porte la communication de M. Veillon, et nous allons exposer très succintement la méthode qu'il a employée, les résultats obtenus et l'interprétation qu'il propose avec toute la réserve qu'exige ce travail qu'il ne considère que comme un commencement.

La question qui se pose tout d'abord est celle-ci : quelle est la distribution du magnétisme que produit une décharge oscillante unique dans un morceau d'acier, par exemple dans un barreau cylindrique?

Les expériences furent essentiellement exécutées sur des barreaux longs de 60 à 100 millimètres et dont l'épaisseur variait de 1 à 7 millimètres. La méthode qui a permis d'aborder la question avec succès est celle de Jamin qui consiste à dissoudre l'aimant dans un acide. En retirant de temps en temps le barreau de l'acide pour observer à la fois son poids et la quantité de magnétisme qui lui reste après chaque séjour dans le liquide corrosif, on obtient deux séries de valeurs correspondantes qui fournissent les éléments d'une représentation graphique, et qui permettent des conclusions importantes sur la distribution du magnétisme. La décharge traversait un fil roulé en hélice sur un tube de verre dans lequel on plaçait le barreau. Le magnétisme se mesurait par la méthode d'induction employée déjà par van Rees, où l'on observe le courant induit dans une bobine plate serrant le barreau aussi étroitement que possible et glissant depuis son milieu jusqu'à une distance où la variation du flux de force dans le champ du barreau devient négligeable. Un petit appareil construit à cet effet rendait toutes les opérations très faciles et permettait surtout de mesurer la quantité du magnétisme total produit immédiatement après que la décharge avait eu lieu. Nous n'insisterons d'ailleurs pas sur plusieurs autres avantages qu'offrait la disposition très simple de l'appareil.

C'est par ces procédés que furent obtenus les nombreux graphiques présentés par M. Veillon, et sur lesquels on voit des courbes affectant des sinuosités caractéristiques

très prononcées. Il résulte de l'examen de ces courbes que l'aimantation totale est la résultante d'une série d'aimantations distinctes, se produisant successivement, par couches cylindriques coaxiales, de l'extérieur du barreau vers son intérieur, et à des profondeurs décroissantes en vertu des intensités maxima décroissantes dans les oscillations de la décharge Toutes les couches ont comme manteau extérieur commun la surface du barreau. Les parties ascendantes d'une courbe sur les graphiques indiquent que les couches correspondantes, enlevées par l'action de l'acide, étaient douées d'une polarité dont le signe était contraire à celui de la polarité qu'affectaient les couches correspondant aux portions descendantes de la courbe. Les points d'intersection d'une courbe avec l'axe des poids signifient, qu'à ce moment de l'expérience il restait encore dans l'acier des couches à polarités contraires, dont les effets extérieurs s'annulaient. Quand une courbe file d'un côté à l'autre de l'axe des poids, la polarité résultante a changé de signe. Certains aimants, obtenus par des décharges ordinaires, offraient jusqu'à dix stratifications parfaitement distinctes et des changements de signe fortement accusés.

Les difficultés que soulève cette interprétation sont considérables. Une des plus graves, et qui sera aussi des plus délicates à étudier, est celle qui provient de l'hystérésis. La formation des diverses couches de magnétisme exige des laps de temps qui peuvent dépasser ceux qui sont nécessaires aux différentes oscillations de la décharge, et les perturbations qui en résultent sont certainement fort compliquées. En outre, le magnétisme lui-même n'est pas sans avoir une influence en retour sur la décharge. Une autre difficulté est suggérée par le fait bien établi

dans les travaux classiques de M. Wiedemann sur l'aimantation et la torsion à savoir que l'intensité d'un courant inverse nécessaire pour désaimanter est plus faible que l'intensité du courant direct qui avait produit l'aimantation. Un fait analogue doit avoir lieu pour l'aimantation et la désaimantation par les décharges.

Pour terminer, nous ajouterons que cette étude doit être considérée comme une sorte d'introduction, établissant le fait, qui nous paraît évident, que l'aimantation produite par la décharge oscillante s'opère à l'intérieur de la substance magnétique suivant un système de stratification qui est en relation intime avec la série des oscillations dans lesquelles se décompose la décharge. C'est cette relation qu'il s'agira de découvrir, et l'étude devra essentiellement porter :

1° sur le rôle que joue la nature de la décharge telle qu'elle est déterminée par les résistances, les coefficients d'induction propre, les capacités des condensateurs et les potentiels des décharges,

2° sur le rôle que joue l'acier, en tenant compte de sa forme, de ses dimensions, du degré de sa trempe ou de son recuit et enfin de l'action en retour qu'il exerce sur la décharge.

M. Ed. Sarasin, de Genève, communique les premiers résultats d'observations qu'il a entreprises *sur les seiches du lac de Thoune.*

Après les belles études sur les seiches, que M. Forel a exécutées d'abord sur le lac de Genève avec son limnimètre enregistreur fixe établi à Morges, puis sur d'autres lacs de Suisse au moyen de son plémyramètre, M. Sarasin a entrepris à son tour une série de recherches analogues

avec son limnimètre enregistreur transportable, en plusieurs stations des lacs de Genève, de Zurich et de Neuchâtel[1]. Ces différents lacs présentent dans leurs mouvements des irrégularités résultant sans doute de la forme de leur contour superficiel ou de leur relief de fond.

Après ces lacs, M. Sarasin a désiré, pour continuer l'étude de ce phénomène, s'adresser à un lac plus simple de forme, comme le lac de Thoune, qui ne présente ni bassin secondaire, ni barre sous-lacustre.

Grâce à l'autorisation que lui a gracieusement octroyée la Direction de la Compagnie de navigation à vapeur sur le lac de Thoune, M. Sarasin a pu installer son appareil à Lachen dans le chantier de réparation des bateaux à vapeur, à 750^m au sud-ouest de la sortie de l'Aar. Cette station, placée à peu près exactement à l'extrémité du grand axe du lac, présentait en outre l'avantage d'un bon abri contre les vagues et d'un excellent entretien grâce aux soins du surveillant du chantier, M. Burky, qui suit avec beaucoup d'assiduité la marche de l'appareil et auquel M. Sarasin adresse ses meilleurs remerciements.

L'appareil a pu être mis en marche le 18 juillet dernier et a donné déjà des résultats intéressants, quoique le temps presque constamment calme et beau qui a régné dès lors ait été peu favorable à la production fréquente de mouvements très accentués.

Conformément aux prévisions qu'autorisaient les notions que nous possédons sur le relief de fond de ce lac,

[1] Les dernières recherches sur ce lac ont été faites en collaboration avec M. L. Du Pasquier. Le même appareil a fonctionné aussi par les soins de la Commission internationale du lac de Constance en trois stations successives de ce lac, à Bodmann, Constance et Kirchberg.

les courbes obtenues jusqu'ici ont été généralement simples. Toutes les fois que le mouvement est un peu marqué et que le balancement se produit suivant une courbe nettement ondulatoire, avec une période fixe se maintenant constamment pendant plusieurs heures, la durée de cette période est de 14,9 à 15,1 minutes. C'est là, autant qu'on peut le déduire d'un nombre encore restreint de résultats, la période fondamentale du lac de Thoune. Cette période est sensiblement inférieure à la durée de 18,6 minutes à laquelle M. Forel était arrivé par les premières observations qu'il a exécutées sur ce lac avec son plémyramètre le 22 septembre 1874, observations sur l'exactitude desquelles il avait fait du reste d'expresses réserves à cause du peu de régularité des mouvements ce jour-là. Elle est en revanche un peu supérieure à la valeur de 14,7 minutes trouvée par le même observateur lors d'une nouvelle mesure prise au plémyramètre le 26 septembre 1875. Il y a lieu de toute façon d'attendre encore des résultats plus complets des observations de Lachen avant d'affirmer que cette période de 15 minutes, la seule obtenue jusqu'ici avec ce caractère de régularité et d'intensité, est bien réellement l'uninodale pure du lac entier.

La période moitié de celle-là ne s'est presque jamais produite jusqu'ici et chaque fois en série très courte de 2 à 3 oscillations seulement. On voit apparaître aussi très souvent à l'état de type isolé une oscillation de 18 min. qui correspondrait avec la première période trouvée par M. Forel. Mais cette forme a paru trop exceptionnellement jusqu'ici pour pouvoir être considérée comme un mouvement fondamental du lac, d'autant qu'il ne s'est jamais encore produit en série ondulatoire.

L'amplitude maxima des mouvements tracés par l'appareil depuis son installation a atteint 9cm3 entre le point le plus bas de la seiche et son point le plus élevé. Généralement elle ne dépasse guère 1 à 2cm.

M. Sarasin fait circuler ces tracés parmi les membres de la Section de physique.

A. Werner. — *Sur la détermination du poids moléculaire des sels inorganiques.*

De nombreuses méthodes simples ont été proposées ces dernières années pour déterminer le poids moléculaire; mais jusqu'à présent, celles-ci ont été appliquées presque exclusivement aux substances organiques. En effet, on connaît pour les corps de cette catégorie un grand nombre de dissolvants qui se comportent d'une façon normale; pour les substances minérales, l'eau, qui serait à première vue, le dissolvant par excellence, donne lieu, dans la plupart des cas, à des complications dues aux phénomènes de dissociation électrolytique, qui masquent la détermination du poids moléculaire. Cette opération se simplifie, même pour les sels minéraux, à la condition de trouver des dissolvants appropriés. D'après mes recherches antérieures sur la constitution des combinaisons moléculaires, la manière de concevoir la dissolution a pris pour moi une importance capitale, et j'ai pu constater que dans un très grand nombre de cas ce phénomène peut se ramener à deux : 1° la molécule du corps dissous se combine à un certain nombre de molécules du dissolvant, puis, 2° la combinaison moléculaire se décompose au sein du dissolvant.

Or, comme les combinaisons moléculaires sont très nombreuses parmi les substances minérales, il était à

prévoir que les solvants organiques qui possèdent en même temps la propriété de donner les premières des combinaisons moléculaires, seraient en même temps d'excellents dissolvants.

L'expérience a permis de vérifier cette conclusion de la façon la plus complète. Ce sont plus particulièrement les amines, les nitriles et les sulfures organiques qui ont été reconnus pour les meilleurs dissolvants des sels métalliques. Voici quelques-uns des principaux résultats observés jusqu'à présent.

1. *Solubilité.* Sont très solubles dans les nitriles : les chlorures de cobalt, aluminium, zinc, mercure, fer, cuivre (cuivreux et cuivrique), l'iodure de mercure. La dissolution de l'iodure de cadmium dans le propionitrile présente la même particularité que la solution de butyrate de calcium dans l'eau : ce sel est plus soluble à chaud qu'à froid. Le meilleur dissolvant du nitrate d'argent est le benzonitrile.

Les bases organiques, amines grasses et aromatiques, pyridine, pipéridine etc., dissolvent avec la plus grande facilité les sels formés par les métaux et les halogènes.

Les sulfures organiques, et plus particulièrement ceux de méthyle et d'éthyle, sont aussi d'excellents dissolvants; c'est ainsi que l'iodure de mercure se dissout aussi rapidement dans le sulfure d'éthyle qu'une substance hygroscopique dans l'eau.

2. *Détermination de poids moléculaires.* Voici quelques-uns des résultats obtenus à la suite d'expériences exécutées dans mon laboratoire :

Les chlorure, bromure et iodure d'argent ont un poids moléculaire double en solution pipéridinique; le nitrate d'argent répond à la formule usuelle NO^3Ag. Les bromure

et iodure de cadmium, le chlorure de zinc et le chlorure cobalteux sont formés de molécules simples dans le même dissolvant. Ce résultat a une certaine importance en ce qui concerne le sel de cobalt, car il est en opposition avec la formule

$$\begin{array}{l} Co - Cl^2 \\ | \\ Co - Cl^2 \end{array}$$

attribuée à ce sel lorsqu'on veut satisfaire au principe de l'atomicité constante des éléments.

Les iodures de mercure, de cadmium, le chlorure de fer ont un poids moléculaire simple dans des solutions de sulfure d'éthyle ou de méthyle.

Le nitrate de plomb se dissout avec la plus grande facilité dans la pyridine; son poids moléculaire est simple, ce qui est encore en opposition avec la théorie de l'atomicité constante du plomb.

Ces expériences seront continuées dans mon laboratoire.

M. Raoul PICTET expose ses recherches sur la constitution moléculaire des liquides et de leurs vapeurs au point critique par la dissolution des corps solides ou *sur l'application de la recherche du point critique à la détermination de la pureté des corps* (Voir *Archives*, 1895, t. XXXIII, p. 198).

M. Raoul PICTET. *Nouveau moteur à air chaud.*

En étudiant avec soin les conditions du travail maximum que peuvent livrer les moteurs thermiques, on constate que le facteur fondamental est l'écart des températures extrêmes entre lesquelles le moteur opère.

Avec l'équation classique du travail :

$$\text{T maximum} = \frac{Q(t'-t)}{t'} 431 \text{ kilogrammètres dans la-}$$

quelle t' et t sont les températures absolues extrêmes, il est facile de voir que la vapeur est loin d'être le meilleur auxiliaire. En effet, les métaux usuels, acier, fer, cuivre, sont facilement chauffables à 300 et 400° sans détérioration rapide.

Avec un courant d'eau on peut conserver pour t la température de 25 à 40°.

$$\text{Le facteur } \frac{t'-t}{t'} = \frac{(273+400)-(273+35)}{273+400} = 0{,}54$$

Or l'eau à 400° donne des pressions au-dessus de son point critique, tandis qu'à 40° le vide est presque absolu.

Les machines à vapeur à triple expansion ne peuvent guère utiliser que les pressions de 12 atmosphères à 0,2 au condenseur.

Ces réflexions m'ont amené à m'occuper spécialement des moteurs à air chaud qui fonctionnent facilement entre 400 et 40°. Il convient alors de les rendre plus pratiques, et d'en faire un moteur maniable.

Le principe que j'ai adopté est celui-ci. Je chauffe et je refroidis une même masse d'air dont le poids est relativement très petit par rapport à une grande surface qui joue le rôle d'*accumulateur d'énergie actuelle moléculaire* et qui fonctionne comme un échangeur par surface. L'air chaud traverse des tubes pleins de fils de cuivre, ou d'aluminium très fins et se refroidit à leur contact. Dans un autre mouvement la même masse d'air repasse en sens inverse sur les mêmes surfaces et y prélève de nouveau

l'énergie actuelle qu'elle y a déposée. On peut ainsi opérer avec une grande vitesse, six à sept opérations par seconde, et chauffer 10 litres d'air soit 13 grammes de 40 à 400° et les refroidir sans constater presque aucune perte si le poids du cuivre engagé dans le volant calorifique est d'environ 60 à 70 kilogrammes.

Avec un dispositif mécanique trè simple l'air est astreint à se refroidir et à se réchauffer par un simple déplacement d'un corps inerte, mobile dans une enceinte étanche.

En tenant compte des espaces nuisibles on constate que la pression moyenne pour chaque opération complète est de 1 kilog. Donc 10 litres ou 13 grammes d'air donnent $10^{\text{lit}} \times 10^{\text{k}},33 = 103$ kilogrammètres par tour ou par révolution. En opérant 5 fois par seconde ces 10 litres donnent à la pression atmosphérique initiale 500 kilogrammètres soit six chevaux et demi.

En donnant au dedans de l'enceinte étanche une pression initiale de 2, 3, 8, 10 atmosphères on multiplie le travail de chaque opération par la pression absolue.

Ainsi un appareil de 100 à 200 kilogrammes, pouvant résister à une pression intérieure de 12 à 15 kilogrammes peut fournir un travail considérable de près de 30 à 40 chevaux. Il suffit de pouvoir faire pénétrer la chaleur assez vite dans le centre de la partie chaude de l'appareil. Les vraies difficultés de ce moteur nouveau sont donc entièrement dans sa construction, ses formes et son dispositif général.

La question expérimentale est à l'étude.

M. F. Dussaud, de Genève, rend compte des recherches que M. L. Perrot et lui ont faites *sur la réfraction du son*. (Voir *Archives*, 1895, t. XXXIV, p. 57).

M. le prof. A. RIGGENBACH, de Bâle, montre des spécimens des planches d'un *atlas des formes de nuages,* à la publication duquel il travaille et dont les très belles planches en photochromotypie sont exécutées par la maison Brunner et Hauser à Zurich.

M. le prof. G. JÆGER, de Vienne, sur *le chemin moyen des molécules gazeuses.*

Si nous considérons une molécule déterminée, nous pouvons pour le calcul la traiter comme un simple point, à condition de doubler le rayon des autres molécules. Par ce point, et perpendiculairement à la direction de son mouvement, menons un plan. De chaque unité de surface de ce plan, une portion α sur laquelle le point ne peut se trouver est coupée par les sphères d'activité des molécules ; la forme de cette portion change constamment et si nous appelons β la surface qui vient à être entamée pendant un instant dt, $\frac{\beta}{1-\alpha}$ représente la probabilité que notre molécule reçoive un choc pendant cet instant.

Pour trouver α et β l'auteur développe les deux propositions suivantes :

1° Si dans un très grand espace se trouvent un très grand nombre de corps semblables uniformément répartis, et si l'on mène un plan au travers de cet espace, la partie de l'unité de surface de ce plan qui est coupée par les corps en question, est en moyenne égale au rapport du volume total des corps au volume total de l'espace considéré.

3° Si ce plan se déplace avec une vitesse u en restant parallèle à sa direction primitive, la portion qui est entamée pendant l'instant dt est exprimée par $q\,N\,u\,dt$, en appe-

lant q la grandeur de la projection orthogonale de l'un des corps sur un plan perpendiculaire à la direction du mouvement, et N le nombre des corps par unité de volume. En partant de ces deux propositions on trouve pour le chemin moyen l, en tenant compte du volume moléculaire b, et en première approximation, la formule

$$l = \frac{1 - 4{,}526\, b}{N \pi \sigma^2} \quad \frac{\overline{u}}{r}$$

la démonstration complète de cette formule paraîtra plus tard dans les *Archives.*

M. le prof. Ed. HAGENBACH-BISCHOFF, de Bâle. *Définition de la viscosité d'un liquide.*

Conformément aux vues émises par lui en 1860 dans le tome CIX des *Annales de Poggendorff*, p. 425, M. Hagenbach propose pour la viscosité d'un liquide des définitions cadrant avec le système des unités absolues (C. G. S.) toujours plus généralement adopté et indépendant de toute hypothèse sur la constitution moléculaire.

Il est facile de reconnaître que la résistance provenant du frottement sur une surface donnée est proportionnelle aux trois quantités suivantes :

1. la surface A,

2. le déplacement interne $\frac{dv}{dy}$, dans lequel v est la vitesse et y la distance prise normalement à la direction du mouvement,

3. une constante η dépendant de la nature du liquide que nous appellerons la *viscosité absolue.*

La force du frottement s'exprime alors :

$$F = \eta A \frac{dv}{dy}.$$

De cette formule découle une première définition reposant sur la notion de force :

La viscosité absolue d'un liquide est la force de résistance qu'il rencontre sur une surface de glissement égale à l'unité présentant un déplacement interne égal à l'unité.

En multipliant la force de résistance par *dv* on obtient le travail à dépenser dans l'unité de temps pour vaincre la résistance au frottement ou bien la puissance nécessaire pour produire le déplacement.

On a ainsi :

$$F\,dv = \eta\,A\left(\frac{dv}{dy}\right)^2 dy,$$

Admettant un déplacement interne uniforme et intégrant pour le volume V, on obtient pour la puissance mécanique :

$$P = \eta\,V\left(\frac{dv}{dy}\right)^2,$$

et de cette formule découle une seconde définition basée sur la notion de la puissance :

La viscosité absolue d'un liquide est la puissance mécanique capable de produire un déplacement interne égal à l'unité dans l'unité du volume.

Ces deux définitions conduisent évidemment toutes deux à la même grandeur; les dimensions dans les deux cas s'expriment en $C^{-1}\,G\;S^{-1}$.

M. le prof. Henri Dufour résume les critiques que M. Maurer, de Zurich, a formulées contre la théorie de l'*Alpenglühen*, exposée à la réunion de l'année dernière par M. Amsler-Laffon, il analyse ensuite rapidement une nouvelle note adressée sur le sujet à la section de physique par M. Amsler et rend compte enfin de ses pro-

pres recherches sur cet intéressant phénomène qu'il appelle la *recoloration des montagnes*. (Voir plus haut, p. 305, le mémoire détaillé de M. Dufour).

M. le D[r] SCHUMACHER-KOPP, chimiste cantonal à Lucerne : *Questions de chimie légale.*

Il a été constaté que l'empoisonnement d'un ruisseau près de l'arsenal de Lucerne était dû au fait qu'une certaine quantité (environ 18 litres) d'huile éclairante de Seizel, employée par le génie dans ses travaux de nuit, avait été déversée accidentellement dans ce ruisseau; la preuve en a été faite expérimentalement au moyen de la fluorescéine.

La recherche de taches de sperme sur le linge n'offre pas en général de grande difficulté; il en est autrement lorsque la présence du sperme doit être constatée sur un plancher. Dans ce cas, les taches doivent être soigneusement grattées, surtout celles qui se trouvent sur les fentes du bois ou aux jointures des planches, car c'est à ces endroits mieux protégés contre le frottement que l'on a le plus de chances de rencontrer des spermatozoaires entiers. Les fragments de bois provenant de cette opération sont mis en contact, pendant quelques heures, avec de l'eau légèrement ammoniacale, puis le liquide est abandonné à lui-même dans des verres coniques. Le dépôt qui s'y forme est séparé par décantation et additionné d'un peu d'acide picrique ou de violet d'aniline, puis on le laisse tomber goutte à goutte, à l'aide d'une pipette, sur des lames de verre. On fait sécher sur l'acide sulfurique et fixe à la glycérine gélatinée. Les préparations ainsi obtenues sont très propres, et se laissent commodément étudier.

Tandis que sur le linge on rencontre le plus souvent

avec une grande facilité des spermatozoaires entiers, il n'en est aucunement de même dans le cas en question; il faut souvent examiner plus de 200 préparations avant de trouver un spermatozoaire entier, ce qui est indispensable pour pouvoir porter un jugement définitif; celui-ci ne peut en effet que très rarement se baser sur la rencontre de fragments de spermatozoaires, car il se trouve souvent dans la poussière du plancher des corpuscules qui ont la plus grande ressemblance avec la tête d'un spermatozoaire. Ce n'est que si l'on observe la queue dans le voisinage immédiat ou dans le prolongement d'un corpuscule de ce genre que l'on en peut conclure à la présence du sperme, et encore convient-il d'être très prudent, un verdict affirmatif ayant en général les conséquences les plus graves pour l'accusé.

Botanique

Président: M. le Prof. Wolff, de Sion.
Secrétaire: M. le Dr Jaccard, de Lausanne.

Séance administrative de la Société de botanique. — Prof. Muller. Travaux lichénographiques exécutés en 1893-95. — Dr Jaczewski. Monographie des Tuberacées en Suisse. — Prof. Wilczek. Achillea hybride. Potamogeton vaginatus. — Prof. Wolff. Achillea Morisiana. — Dr Amman. Mousses de la vallée de Bagne. Mode graphique de reproduction des feuilles. — Prof. Chodat. Les algues vertes. Plantes critiques de la flore valaisanne. La neige rouge. — Dr Wegelin. Solidago canadensis. — M. Micheli. Iris Delavayi. Tchihatcheffia isatidea — Prof. Schrœter. Formes du Pinus sylvestris et du P. montana. Formes d'Anthyllis vulneraria. Le Châtaignier comme plante mellifère. — Dr Jaccard. Monstruosité de Raphamus sativus. Renversement de l'embryon d'Ephedra helvetica.

La Société botanique suisse a, suivant l'usage, tenu son assemblée générale au début de la section de botanique. Nous n'avons pas à nous étendre ici sur cette séance purement administrative.

M. le Prof. MULLER de Genève mentionne ses derniers travaux lichénographiques :

Lichenes Uleani, ou étude de la seconde série des Lichens brésiliens de M. Ule, n° 227 à 319 publiée dans le Hedwigia.

Thelotremæ et Graphideæ Kewenses novæ. Ce travail sur les Lichens de ces deux tribus, de l'Herbier de Kew, provenant de pays exotiques très divers, a fourni 34 nouveautés. Il s'imprime dans le Journal of Botany of the Linnean Society.

Pyrenocarpeæ Queenslandiæ. C'est la récapitulation, pour le Congrès de Brisbane, janvier 1895, de toutes les Pyrénocarpées du Queensland, au nombre de 143, représentées par 137 espèces et 6 variétés, dont 18 espèces étaient nouvelles. Ce travail s'imprime à Brisbane.

Arthoniæ et Arthothelii species Wrightianæ, de l'île de Cuba, avec une nouvelle classification des espèces. L'étude roule sur 44 Lichens, dont 11 sont nouveaux. Le tout a paru dans le Bulletin de l'Herbier Boissier.

Graphideæ Eckfeldtianæ, de la Louisiane et de la Floride, au nombre de 63 (53 espèces et 10 variétés), dont 11 sont nouveaux. Publié dans le Bulletin de l'Herbier Boissier.

Lichenes Otto-Kuntzeani, du voyage autour du globe du Dr Otto Kuntze. Il y a 55 Lichens, 44 espèces et 11 variétés, dont 1 seule espèce et 4 variétés nouvelles. Le nouveau en a paru dans les Lich. Ex. ser. 4.

Lichenes Natalenses du missionnaire Junod à Port-Natal. Cette petite collection de 23 espèces n'a rien présenté de nouveau.

Lichenes Colensoani. C'est l'étude de 136 Lichens différents, 109 espèces et 27 variétés du nord de la Nou-

velle-Zélande, envoyés à l'Herbier de Kew par le Rev. Colenso. Ce travail qui s'imprime dans le Journal of Botany of the Linnean Society, a présenté 8 espèces et 1 variété nouvelles.

Lichenes Ernstiani, de Caracas, ou résumé de 187 espèces et 37 variétés, soit en tout de 224 Lichens différents, publié dans le Hedwigia.

Lichenes Sikkimenses du Rev. Stevans, de la région Sikkim des Indes-Orientales. Petite collection de 16 Lichens, dont 2 nouveaux. Publié dans le Bulletin de l'Herbier Boissier.

Lichenes exotici, ser. 4me, de divers pays, avec 26 nouveautés parues dans le Hedwigia.

Sertum australiense, 50 numéros de Thelotremeæ, Graphideæ et Pyrenocarpeæ australiennes nouvelles, publiées dans le Bulletin de l'Herbier Boissier.

M. le prof. Ed. FISCHER présente au nom de M. JACZEWSKI une étude des *Tubéracées de Suisse*, monographie dans laquelle l'auteur a résumé toutes nos connaissances sur ce groupe. Pour chaque espèce, une description complète est donnée ainsi que la liste des localités où on la trouve. Ce mémoire est accompagné d'une planche sur laquelle sont figurés les asques et les spores.

M. le prof. WILCZEK présente à la Société deux plantes rares ou nouvelles pour la flore de l'Europe centrale.

Achillea graja Beyer (A. *herba-rota* All. *nana* L.) découverte par M. Beyer en 1893 dans le Val Savaranche. (Voir *Verhanld. Bot. Verein Prov. Brandebourg* 1893). Ce nouvel hybride, trouvé en un seul exemplaire par M. Beyer est abondant aux environs de la cabane Victor-

Emmanuel, dans le massif du Grand-Paradis et au Col Louzon, versant de Cogne, toujours entre 2500 et 2900m d'altitude.

MM. Wilczek et Jaccard en ont cueilli un certain nombre d'exemplaires qu'ils distribueront aux herbiers qui en feront la demande. L'intérêt de cette trouvaille repose sur le fait que M. Wilczek a vu dans l'herbier de M. E. Burnat à Nant sur Vevey un exemplaire authentique d'*Achillea Morissonii* Rchb., qui paraît être un hybride entre les *Achillea herta-rota* All. et *nana* L. et non un hybride entre les *Achillea herba-rota* All. et *moschata* W. comme le voudrait la planche et le texte donnés pour l'*Achillea Morissonii* par Reichenbach. M. Wilczek se propose de revenir sur ce point.

M. le prof. Wolff donne quelques détails sur un autre hybride du même genre, l'*Achillea Morisiana* Rchb.

M. le prof. Wilczek. *Potamogeton vaginatus.*

M. A. Bennet, de Croydon a revu l'an dernier la plupart des collections de *Potamogeton suisses* et a découvert dans l'herbier de M. le Prof. F.-L. Forel à Morges une espèce nouvelle pour la Suisse, le *Pot. vaginatus* Turz. Cat. Baikal, nº 1092. Cette plante qui existe en abondance dans le lac Léman, (Morges, port de Genève) et dans le lac de Constance offre une série de particularités morphologiques et biologiques qui la distinguent nettement du *Pot. pectinatus* Koch.

Si on étudie sur place dans la rade de Morges les deux Potamogeton qui y forment de nombreuses colonies à des profondeurs variant du 1m à 8m (?) on sera tout d'abord frappé par la grande vigueur et la plus forte taille du *Pot. vaginatus*, caractérisé en outre par ses gaines foliaires

fortement développées et ses tiges plus épaisses, plus rigides et plus cassantes. Les différences biologiques sont plus grandes encore. Au commencement de l'hiver on ne voit plus trace du *Pot. pectinatus*. Dès l'automne les tiges flottantes commencent à prendre un aspect maladif et disparaissent petit à petit. Les tiges flottantes du *Pot. vaginatus*, par contre, persistent et forment même en hiver de véritables prairies infra-aquatiques, de couleur vert noirâtre. Ces tiges étant *vivaces*, leur rigidité et leur épaisseur s'expliquent facilement. Les deux Potamogeton ne fleurissent jamais dans le lac, aussi M. Forel à Morges et M. Wilczek à Lausanne les cultivent dans des bassins pour les étudier de plus près.

M. Jules AMANN fait une communication relative à la *flore des mousses suisses*. Il a découvert dans le courant de l'été, le *Mnium hymenophylloides* Hüten sur des rochers schisteux humides près de Mauvoisin, dans la vallée de Bagne à 1800^{m}. Cette petite espèce, très rare en Suisse, est sans doute un reliquat de l'époque glaciaire, et se présente toujours sous une forme stérile et réduite qui n'atteint jamais le développement des échantillons provenant des Alpes de Norvège où elle est répandue.

Il indique, au Tessin, la présence d'un certain nombre de mousses caractéristiques qui se retrouvent dans les États méridionaux de l'Amérique du nord : Nouvelle-Californie, Floride, Louisiane, etc. On doit sans doute les considérer comme des types de l'époque tertiaire qui, dans la région insubrienne comme en Amérique, ont pu persister grâce à des conditions spéciales qu'a dû présenter, dans ces contrées, le climat de l'époque glaciaire.

Il parle d'une nouvelle méthode de représentation gra-

phique de la forme des feuilles de mousses, puis du principe de la subordination des espèces dans la classification de ces végétaux.

M. CHODAT donne sous forme de conférence, dans la seconde assemblée générale, les résultats principaux des études qu'il poursuit depuis plusieurs années sur *les algues vertes inférieures.*

Les différentes tendances peuvent être dérivées d'un type Palmella ou Tetraspora. Les Volocinées sont des Palmellacées (au sens strict du mot) à phase mobile prépondérante mais qui conservent comme phases accessoires les états palmella, protococcus et cette curieuse formation que l'auteur désigne sous le nom de phase larvaire et qui consiste en une division selon le schema connu depuis longtemps pour Eudorina. Cette phase se reconnaît chez tous les genres de Volocinées.

Par prédominance de la phase sporangiale les Protococcoidées diffèrent des Palmellacées vers lesquelles elles convergent. On peut suivre pas à pas la transformation des zoospores ou éléments mobiles en spores ou éléments immobiles, enfin ces dernières acquérant dans l'intérieur de la cellule mère leur développement définitif on aboutit à la formation de ce que l'auteur appelle des autospores (spores semblables de forme à la cellule mère).

On peut aussi suivre pas à pas le passage des Protococcoidées isolées aux Protococcoidées en colonies. Dans certain types la prédominance de l'un des états n'est pas fixée (Scenodesmus-Dactylococcus).

Selon que les individus sont librement nageant ou fixés, les associations varieront comme il arrive chez Raphidium ; on peut à partir des Polyèdres suivre l'évo-

lution des Pediastrées à cellules arrondies ou à cellules anguleuses. Ces cellules seront mutiques ou aristées. Dans les séries secondaires, les zoospores peuvent exister, être entourées d'une gelée commune fugace ou persistante, ce qui déterminera la constitution d'une colonie ou d'individualités; comme pour les types à cellules isolées, le passage des zoospores aux spores et aux autospores est insensible et à côté de formes à production prépondérante de zoospores se trouvent des types à spores ou autospores prépondérantes. Finalement les colonies naissent adultes hors des cellules des anciennes colonies (Hariotina).

Tandis que chez les Pédiastrées certains genres sont très fixés (Pediastrum, Hariotina) d'autres sont flottants et peuvent passer à un état unicellulaire et même gelifié (Cœlastrum).

Dans la troisième série dérivée des Palmellacées-Tetrasporacées, les membranes séparatrices deviennent persistantes et la phase Pleurococcoïdées devient prépondérante. Parmi les types inférieurs des Pleurococcus se trouvent Monostroma et Pleurococcus. Ce dernier peut posséder des états Protococcus, Stichococcus, filamenteux et finalement Hormotila. Le genre Pleurococcus est nettement de la série des algues filamenteuses ou à thalle. *Toutes les séries et sous-séries se laissent facilement dériver des Palmellacées si on tient compte des propriétés inhérentes à ces plantes et du milieu déterminant. Ce dernier met en évidence en leur donnant la prépondérance, des caractères flottants chez les Palmellacées.*

M. R. Chodat. *Sur l'origine de quelques plantes valaisannes.*

Le *Matthiola valesiaca* des auteurs est une espèce peu

définie et au sujet de laquelle il y a les divergences de vue les plus profondes. M. Chodat a étudié plus spécialement les formes du Valais et de la Maurienne et conclut à une origine unique de ces plantes distinctes. Ce serait du Piémont qu'elles auraient divergé pénétrant dans le Valais et la Maurienne par les cols.

A propos de *Senecio carniolicus*. *S. incanus* et *S. uniflorus* le même auteur explique les caractères différentiels tirés des achaînes et des soies de l'aigrette. Il montre que ces différentes espèces sont dérivées de la souche qui a donné *S. cinenaria, S. Pearsoonii, S. leucophyllus* type méditerranéen répandu dans les régions montagneuses.

Astragalus aristatus appartient à une section d'Astragales dont tous les représentants sont des plantes nivales des montagnes du sud de l'Europe ou de l'Orient.

Ces différentes plantes comme beaucoup d'autres lui paraissent constituer des résidus de la flore alpine tertiaire chassée de nos montagnes par l'extension des glaciers, mais qui y ont de nouveau pénétré (voir à ce sujet Chodat, Remarques de géographie botanique, *Bulletin de la Soc. botanique de France*, Session extraordinaire en Suisse 1894.)

M. R. Chodat. *Sur la flore des neiges.*

Pour l'auteur qui l'a étudiée sur place, la neige rouge doit sa coloration non pas à une sphærelle mais à un chlamydomonas dont il donne le développement et qui est le même que celui que Lagerheim a découvert dans la neige des Andes (*Ch. sanguinea*).

Il a trouvé dans la neige un Raphidium spécial, le *Raphidium nivale* nov. spec. et une Desmidiée colorée en noir brun, l'*Ancylonema Nordenskiöldii*. Le Raphidium

avait déjà été rencontré par de Lagerheim dans la neige des Andes, mais cet auteur l'avait pris pour un champignon. L'*Ancylonema Nordenskiöldii* Bergg. avait été trouvé déjà sur l'inlandsis du Groenland et dans les neiges de la Laponie.

M. le Prof. WEGELIN, de Frauenfeld, fait une communication sur le *Solidago canadensis* communément appelé par les paysans thurgoviens « Streuepest. » Cette plante introduite primitivement comme ornement dans les jardins occupe maintenant le long des cours d'eau de grands espaces de terrains autrefois productifs ; les colonies isolées qui offrent une superficie variant d'un décimètre carré jusqu'à dix ares, s'accroissent constamment à la périphérie soit au moyen des rhizomes rampants soit au moyen des graines aisément transportables dont chaque plante produit 50 à 70,000. Comme cette mauvaise herbe détruit toutes les plantes utiles et ne peut être employée ni comme fourrage, ni comme litière, ni comme combustible, elle cause un véritable préjudice aux agriculteurs et il est à désirer qu'on étudie le moyen de limiter ses progrès.

M. MICHELI, de Genève, signale deux plantes qui ont fleuri cette année dans son jardin: La *Tschihatcheffia isatidea* Boissier, Crucifère originaire de la haute vallée de l'Euphrate est une espèce si rare qu'elle est fort mal représentée dans la plupart des grands herbiers européens et qu'elle manque même complètement à deux des principaux (Museum à Paris, de Candolle à Genève). Voisine des Isatis cette plante monocarpienne croît dans les fentes de rochers bien exposées au soleil et donne facile-

ment des graines. Son introduction dans les jardins est due à M. Leichtlin de Baden-Baden, qui a rendu déjà de nombreux services à la Botanique horticole. — *L'Iris Delavayi* Micheli provient de graines reçues au Museum de Paris, du Yunnan (envoi de l'abbé Delavay). Il a fleuri pour la première fois cette année chez M. Micheli qui a reconnu une espèce nouvelle de la Section *Apogon* et l'a décrite dans la *Revue Horticole*.

M. le Prof. Schröter, de Zurich, donne une description sommaire des formes suisses du *Pinus sylvestris* L. et du *P. montana* Miller. Ce travail est basé sur les riches matériaux de l'herbier du Polytechnicum à Zurich (106 échantillons récoltés par Heer, Brügger, Jäggi, Schlatter, Schröter, etc. Cette collection a été exposée à Berne en 1895, dans la section de Sylviculture).

Pinus sylvestris Linné : Couronne en parasol, écorce de la partie supérieure de l'arbre rougeâtre, — aiguilles ne durant pas plus de 3 ou 4 ans, d'un vert clair à la face supérieure, aiguës ou mutiques, — cellules de l'épiderme à lumen ponctiforme sur la section transversale, — tissu mécanique fortement développé entre les deux faisceaux vasculaires, — jeunes cônes réfléchis, apophyses (écussons) des écailles mûres ternes, d'un vert jaunâtre, aplaties ou recourbées en hameçon, dépourvues d'anneau noirâtre autour du mamelon (umbö) central,

Var. α genuina Heer.

Subvar. plana Heer : écussons des écailles du cône aplatis ou formant une pyramide à peine aussi haute que large.

Subvar. gibba Heer : écussons des écailles formant une pyramide plus haute que large, souvent terminée en pointe crochue.

Indépendamment de ces deux sous-variétés, on peut encore distinguer les formes suivantes :

f. erythranthera Sanio à anthères rouges au lieu de jaunes ; se rencontre ici et là. (Irchel, ct. Zurich, Uto près Zurich).

f. parvifolia Heer, à aiguilles très courtes (Bormio).

f. monticola Schröter, aiguilles des rameaux mâles (plus rarement des rameaux femelles) durant 7 à 9 ans comme celles du *P. montana :* Chandolin 1970 m., Dalaschlucht 1000 m., Furstenalp au-dessus de Trimmis 1870 m., près d'Avrona, au-dessus de Tarasp, leg. Prof. Magnus, de Berlin.

f. compressa Carrière ; tous les rameaux sont raides et dressés, l'arbre entier haut de 4 m. ressemble à un grand balai : un seul pied trouvé en 1895 par MM. de Tavel et Schröter dans une forêt de pin entre Tiefenkastels et Lenz (Grisons), connu en Ecosse et en Norwège.

Les arbres qui portent de jeunes cônes *érigés* doivent être considérés comme des variations individuelles (Ragatz, Andwylermoos leg. Schlatter, St-Gall).

Var. β reflexa Heer, les crochets des écailles sont recourbés du côté du sommet du cône. (Katzensee, Belpmoos, Andwylermoos et Josruti près de St-Gall.)

Var. γ Engadinensis Heer, apoplyses jaunâtres, brillantes, avec un anneau noir autour de la protubérance centrale (variété voisine de *P. montana*) Statzerwald près de Celerina leg. Brügger, Val Tasna Brügger.

PINUS MONTANA Miller : Couronne jamais en forme de parasol, — écorce de la partie supérieure de l'arbre noirâtre, — aiguilles durant 7 à 8 ans, d'un vert foncé à la face supérieure, obtuses, — à la section transversale, le lumen des cellules de l'épiderme est linéaire

(caractère qui d'après Koehne ne se retrouve chez aucune autre espèce de pin), tissu mécanique peu développé entre les faisceaux vasculaires, — jeunes cônes dressés ou horizontaux, apophyses des écailles mûres brillantes brunes, aplaties ou crochues.

Le mode de croissance varie beaucoup; on rencontre des arbres :

a. A fût droit avec couronne pyramidale;

b. A fût oblique;

c. Des arbustes buissonnants;

d. Des buissons sans tige centrale avec des rameaux d'abord horizontaux se redressant ensuite (« Legföhren, Krumholz » *pin couché*).

Ces différentes formes de croissance ne sont point dues à des influences locales, elles sont héréditaires et se transmettent fidèlement par le semis; les différentes variétés des cônes peuvent se rencontrer sur tous ces types divers.

Le *P. montana* avec toutes ses variétés présente 4 types principaux correspondant à autant de stations différentes :

1. Arbre s'élevant jusqu'à 10 mètres avec un tronc droit ou oblique réduit parfois à la taille d'un simple arbrisseau : caractéristique pour la région des hauts-marais (Hochmoore).

2. Petit arbre, survivant depuis l'époque glaciaire sur quelques stations des préalpes et du Jura (Glacial-Relief).

3. Arbre élancé souvent fort élevé; *a.* formant des forêts dans la région subalpine ou *b.* isolé au milieu des « Legföhren » (pins couchés).

4. Pins couchés dans la région alpine et subalpine, sur les terrains calcaires et cristallins; rarement sur les schistes.

Nous suivons les vues de Willkomm dans l'énumération des variétés suivantes :

Var. α uncinata Ramond : Cônes nettement asymétriques, écailles du côté éclairé (extérieur) recourbées en crochet.

Subvar. rostrata Antoine, apophyses en pyramide plus haute que large ; se rencontre : 1°[1] à Einsiedeln, Rothenthurm (800-1000 m.), Abtwyl, Rietbach, marais d'Urnasch, les Ponts, la Brévine ; 2° Uto près de Zurich, Ravellenfluch, ct. de Soleure (500 m., station la moins élevée) ; 3*a* Forêts à Anzeindaz, Champey, Planard de Lens, Grächen, Tourtemagne, Davos, Pontresina, val di Forno, val Livigno, col de Buffalora, S. Giacomo, etc. ; 3*b* pieds isolés à Wassen (800 m.), S. Antönien (1500 m.), Arlenwald près d'Arosa (2050 m.), etc. ; 4° San Bernardino, Bernina (gyps), val Calanca (chaux), Bormio, Vulpera, vallée de la Tamina (f. erythranthera, 876 m.), Lenzer-Heide.

Subvar. rotundata Antoine, apophyses en pyramide plus large que haute ; se rencontre : 1° marais de Hagen, de Scheuren (près Kappel, ct. de Zurich), de Rothenthurm, de Andwyl ; 3*b* Rietbach, Murgthal, Casaccia sur le Luckmanier ; 4° Alpe de Meeren, ct. de Glaris, Murgthal, Sommerikopf, vallée de la Tamina, Alpe de Haldenstein près Coire, S. Bernardino, Bormio, Alveneu, val Bevers, Maloja, Camogasc, vallée de Fimber, Grimsel.

Subvar. Pseudopumilio Willkomm ; cônes presque symétriques : 1° Stöckliried, Amdenerhöhe, marais d'Urnäsch ; 2° Uto près de Zurich ; 3*b* lac de Statz, col entre Fähnern

[1] Ces numéros correspondent aux quatre types de répartition cités plus haut.

et Kamor, Gäbris, 4° vallée de la Tamina (f. erythranthera, 1400 m.), Churfirsten, Arosa, Bernina, Häuser, Lenzer-Heide.

Var. β Pumilio Hänke: Cônes symétriques, protubérance centrale (umbo) excentrique (partie supérieure de l'apophyse plus développée que la partie inférieure).

Subvar. gibba Willk. à apophyses bosselées: 3*a* Wolfgang près Davos, 4° vallée de la Tamina, Alpe de Säls des Churfirsten, Maloja, col de S. Bernardino, val Sinistra, Lac de Statz, Bormio, vallée de Fimber.

Subvar. applanata Willk. à apophyses aplaties: 1° Geisboden près de Zug, 4° Churfirsten (1400 m.), Camperfin, Murgthal, Alpe de Meeren, vallée de Tamina, Roffla, Bormio, vallée de Fimber.

Var. γ Mughus Scopoli: Cônes symétriques avec mamelon (umbo) de l'apophyse central. Marais de Sonnenberg, de Andwyl près St-Gall, Hagenmoos près Kappel, Alpe de Meeren, Gothard (Pont du Diable), vallée de Fimber, col entre Camor et Fähnern (1430 m.).

Ajoutons que chez le *Pinus montana* comme chez le *Pinus sylvestris,* dans toutes les variétés se trouve çà et là la forme *erythanthera* Schröter, à anthères rouges au lieu de jaunes (p. ex. Hagenmoos près de Kappelt, vallée de la Tamina).

Il existe un hybride *sylvestris* × *montana* (*P. Rhætica* Brügger), trouvé près de Samaden, décrit par le Dr Christ (Flora 1864) et confirmé au point de vue anatomique par M. v. Wettstein.

M. Schröter décrit également les formes d'*Anthyllis Vulneraria* L., qu'il a énumérées dans l'ouvrage: « Die besten Futterpflanzen » (II. Theil, seconde édition, Berne 1895).

M. Schröter parle encore du châtaignier *comme plante à miel.* Dans la littérature botanique le châtaignier est cité partout comme plante *anémophile* jusqu'en 1893. Alors *Kirchner*[1] a démontré que le pollen est visqueux, s'attache aux insectes et n'est pas emporté par le vent; il a observé beaucoup d'insectes collectionnant du pollen, entre autres aussi l'abeille. La couleur vive et l'odeur très prononcée (aminoïde d'après Kerner) des fleurs mâles militent aussi en faveur de l'entomophilie; Kirchner désigne donc le châtaignier comme « fleur à pollen. » Du miel il ne parle pas. De même *Locco,* dans son livre récent: Blüthen biologische Statistik, 1894.

Mais le châtaignier est une plante qui *produit du miel* et même en abondance! Ce fait, chose singulière, est connu chez les apiculteurs depuis longtemps; p. ex. *Meurel* cite déjà en 1869 *Castanea vesca* comme plante nectarifère. Un apiculteur à Soglio dans la vallée de Bregaglia a montré cette année à l'auteur de ces lignes du miel de châtaignier; pendant la floraison, les abeilles visitent presque exclusivement cet arbre, de sorte que le produit de cette période exhale très distinctement l'odeur spéciale des fleurs de châtaigniers et a un goût un peu amer. Les apiculteurs de la vallée de Bregaglia, où il y a une immense forêt de châtaigniers, vendent ce miel comme seconde qualité, à cause de son odeur prononcée. Du Tessin on m'écrit à ce sujet: « Les abeilles trouvent pendant deux jusqu'à quatre semaines un riche butin sur les fleurs du châtaignier. Le produit n'est pas aussi fin que d'autres; mais il y a des endroits, où l'on nous a

[1] Voir *Kirchner*, Ueber einige irrthümlich für Windblüthig gehaltene Pflanzen. (*Jahreshefte des Vereins. f. vaterl. Naturkunde in Würtemb.* 1893. pag. 96).

assuré que sans cet arbre on ne pourrait pas tenir des abeilles. »

Dans des fleurs mâles que j'avais emportées de Soglio, Val Bregaglia le 29 juillet de cette année, époque très avancée, j'ai pu constater du miel au fond du périgone. Les matériaux ne permettaient pas un examen des glandes ni de la fleur femelle; je dois me contenter de constater ici le fait que le châtaigner est une plante nectarifère.

M. Theiler, apiculteur à Zoug, a eu l'obligeance de me communiquer un livre de Alefeld : *Die Bienenflora Deutschlands und der Schweiz* — Flore apistique de l'Allemagne et de la Suisse, Darmstadt 1856, où le châtaignier est cité comme nectarifère. D'après des communications de divers apiculteurs, à Walchwyl (lac de Zoug), le châtaignier produit aussi des nectaires dans ses fleurs; de même à Riedegg près de Thoune, où l'observateur dit que le butin consistait exclusivement en miel. Tous ces témoins déclarent expressément que le miel provenait des fleurs de châtaignier et non d'une autre source (pucerons).

M. Paul Jaccard décrit trois curieux cas tératologiques qu'il a observés.

1° Un rameau de *Raphanus sativus* portant deux fruits considérablement allongés et sur le pourtour desquels se sont développées toutes les parties constitutives d'une fleur complète de Crucifère.

2° Un embryon d'*Ephedra helvetica* dont la radicule est tournée vers la chalaze, les cotylédons sortant par le micropyle; enfin 3° une superbe pélorie d'une fleur terminale de *Digitalis purpurea* provenant de la soudure de 5 fleurs et présentant 20 étamines bien conformées.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

G. P. Grimaldi et G. Platania. Sulla resistenza electrica dei metalli. Sur la résistance électrique des métaux dans divers diélectriques (*Atti dell' Acadamia Gioenia di scienze naturali in Catania,* VIII, 1895).

Les auteurs ont entrepris de contrôler les résultats obtenus par M. F. Sanford en 1892 et contestés en 1894 par M. H. S. Carhart, d'aprés lesquels la résistance électrique d'un conducteur métallique dépendrait de la nature du diélectrique dans lequel ce conducteur est immergé. Le conducteur étudié était, comme dans les expériences antérieures de MM. Sanford et Carhart, un fil de cuivre entouré par un tube de même métal servant pour le retour du courant. On pouvait à volonté introduire un liquide isolant quelconque dans l'espace annulaire compris entre le fil et le tube. Deux appareils semblables, aussi identiques que possible, constituaient deux branches d'un pont de Wheatstone, et l'on étudiait les perturbations exercées sur l'équilibre du pont lorsque l'on remplissait de pétrole l'un des deux tubes en laissant l'autre plein d'air. MM. Grimaldi et Platania ont observé une influence du diélectrique qu'ils ne croient pouvoir attribuer ni à la conductibilité de celui-ci, ni à des forces électro-motrices parasites, ni à des variations de température du fil, et confirment ainsi, au moins qualitativement, les résultats obtenus par Sanford. La résiststance du fil est moindre lorsqu'il est immergé dans du pétrole que lorsqu'il est entouré d'air. La différence est toutefois très petite, les auteurs lui assignent une valeur de 0,00015 notablement inférieure à celle (0,0018) qu'avait trouvée Sanford. C. S.

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

A. Werner. Constitution des combinaisons inorganiques (*Zeitsch. anorg. Chem*, 8, pp. 153 et 189, Zurich).

Extension de sa théorie (*Archives,* XXXI, p. 507) aux sels de cobalt et explication sur ce qu'il entend par combinaison par coordination (addition) et combinaison par valences. Renvoi aux travaux originaux.

E. Bamberger. Éthers diazoïques (*Berichte,* XXVIII, p. 225, Zurich).

D'après Hantzsch, on peut obtenir deux éthers stéréoisomères correspondant aux syn- et aux antidiazohydrates. Bamberger n'en obtient qu'un seul correspondant à la combinaison normale (syn-); ils s'obtiennent en traitant les sels d'argent des acides normaux ou isodiazoïques par les iodures d'alkyles

$$RN = NOAg \text{ ou } RNAgNO + ICH_3 = RN = NOCH^3 + AgI$$

Ces éthers sont plus ou moins explosibles, donnent, avec des bases ou des phénols, des matières colorantes azoïques et sont facilement saponifiés. L'auteur en décrit plusieurs, donne le procédé pour obtenir les sels d'argent des acides diazoïques et rompt de nouveau une lance pour la pentavalence de l'azote combiné avec l'élément négatif dans les sels diazoïques.

Aug. Bischler et M. Lang. Sur les dérivés de la phenmiazine (*Berichte,* XXVIII, p. 279, Zurich).

Les phen-β-alkylmiazines sont des liquides ne se décomposant pas à la distillation, et dont le point d'ébullition s'élève de 10° dans la série homologue; elles sont solubles dans les acides dilués et précipitables par les alcalis; les iodures de

méthyle et d'éthyle donnent des produits d'addition; l'acide chromique les transforme en phen-β-alkylαoxymiazines. Elles se forment en chauffant en tubes fermés les combinaisons acydilées de l'o-amidobenzaldéhyde avec une solution alcoolique d'ammoniaque, il y a élimination de 2 mol. d'eau. Suit la description des combinaisons obtenues.

La phen-β-méthylmiazine aurait la constitution

N
$C.CH_3$
N
CH

la phen-β-méthyl-α-oxymiazine serait

N
$C.CH_3$
N
C(OH)

Stef. Bondzinski. L'acide trichloracétique comme réactif dans l'analyse du lait (*Schweiz. Wochsch. Pharm.*, 33, p. 37, Berne).

L'auteur recommande cet acide pour le dosage des matières albuminoïdes du lait, qui sont précipitées par lui ainsi que les matières grasses, ces dernières pouvant être extraites du précipité dans l'appareil de Soxhlet.

St. Bondzinski et L. Zoja. Cristallisation et oxydation de l'albumine (*Ann. Chim. Farm.*, 21, p. 62, Bâle).

Ces chimistes traitent l'albumine d'œuf d'abord par une dissolution concentrée de sulfate d'ammoniaque, puis par une dissolution diluée de moitié, puis par une dissolution

très diluée du même réactif, ils obtiennent ainsi trois solutions d'albumine, dont la première surtout donne à l'évaporation spontanée des cristaux plats rhomboédriques, ne présentant pas le phénomène de biréfraction. A l'analyse, l'albumine de ces trois portions ne présente pas de différences, mais leur point de coagulation est différent ainsi que leur pouvoir rotatoire. Les cristaux d'albumine, oxydés, donnent un corps acide renfermant C 50,7 %, H 7,02 % et N 14,7 %, chiffres qui diffèrent peu de ceux obtenus par Maly, mais les auteurs ne croient pas qu'il y ait élimination des C, ils admettent une simple addition d'oxygène à l'albumine.

Eug. Bamberger. Action de l'anhydride azotique sur les bases organiques (*Berichte,* XXVIII, p. 399, Zurich).

L'anhydride azotique transforme toutes les bases organiques en acides diazoïques, et ceux-ci par l'action déshydratante de l'acide nitrique donnent le dérivé nitré.

On a, par exemple, d'abord

$$\begin{array}{c} C_6H_5NH_2 \\ / \quad \backslash \\ H \qquad ONO_2 \end{array}$$

puis $C_6H_5NHNO_2$. Cette action déshydratante peut s'exercer aussi par l'anhydride acétique sur les acides diazoïques, cependant ce réactif n'agit pas sur les nitrates des naphtylamines.

Eug. Bamberger. Transformation des hydrates isodiazoïques en dérivés du diphényle (*Berichte,* XXVIII, p. 403, Zurich).

Kühling a observé la formation des dérivés du diphényle, lorsqu'on met en présence des sels isodiazoïques, des chlorures d'acides et des carbures de la série aromatique. Bamberger croit que cette réaction a lieu directement entre l'hydrate diazoïque et le carbure avec élimination d'eau et d'azote. $NO_2C_6H_4N_2OH + C_6H_6 = N_2 + H_2O + NO_2C_6H_4C_6H_5$, la réaction a lieu déjà à froid après quelques jours de con-

tact, on peut d'ailleurs aussi employer les sels en présence d'acide acétique. Divers corps de la série du diphényle ont été ainsi préparés.

Franz Feist et Hugo Amstein. Éthylènediamines phénylées (*Berichte*, XXVIII, p. 425, Zurich).

Ces chimistes ont préparé la phényléthylènediamine en réduisant la phénylglyoxime par le sodium et l'alcool. $C_6H_5CH(NH_2)CH_2NH_2$; cette base bout vers 245°, attire l'acide carbonique de l'air ; son carbaminate est une poudre fusible à 155°, le picrate fond à 160°, sa combinaison dibenzoïlée fond à 217°, tandis que Purgotti, qui prétend avoir obtenu cette même base par la réduction de la cyanbenzylamine, lui assigne 84° comme point de fusion.

Eug. Bamberger. Stéréoisoméries des combinaisons diazoïques et nature des corps diazoïques (*Berichte*, XXVII, 2582).

Sur les combinaisons diazoamidées de Hantzsch (*Berichte*, XXVII, 2596).

Sur les sulfosels des combinaisons benzènediazoïques stéréoisomères (*Berichte*, XXVII, 2930, Zurich).

Trois articles de polémique contre les idées et les travaux de Hantzsch sur ces sujets.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

SEPTEMBRE 1895

Le 1er, légère brise du lac depuis 10 h. du matin à 3 h. du soir.
2, brise du lac de 10 h. du matin à 4 h. du soir. De 7 $^1/_2$ à 8 $^1/_4$, éclairs au S et au SE.
3, la brise du lac souffle de 10 h. du matin à 5 h. du soir.
4, rosée le matin, légère brise pendant la journée.
5, rosée le matin, brise du lac pendant la journée.
6, rosée le matin, légère bise de 10 h. du matin à 4 h. du soir.
7, le soir, depuis 8 h., éclairs au sud et au sud-est.
8, rosée le matin, brise du lac pendant la journée; le vent tourne au sud pendant la soirée.
9, brise du lac pendant la journée; vent du sud depuis 10 h. du soir.
10, forte rosée le matin, brise du lac depuis 10 h. à 1 h. du soir.
11, à 5 $^1/_2$ h. du matin, tonnerre au sud-ouest; à 7 $^1/_2$ h éclairs et tonnerres à l'ouest; à 7 h. 50 violente averse de pluie avec quelques grêlons. L'orage passe au zénith à 8 h., se dirigeant à l'est et au nord. A 8 h. 45 nouvel orage à l'ouest. Assez fort vent pendant tout le jour.
12, assez forte bise de 1 h. à 4 h. du soir.
13, forte bise de 10 h. du matin à 10 h. du soir.
14, forte bise pendant tout le jour, jusqu'à 8 h. du soir. Rosée le matin.
15, très forte bise durant toute la journée. Rosée le matin.
16, assez forte bise depuis 10 h. du matin à la nuit.
17, très forte rosée le matin; bise de 10 h. du matin à 4 h. du soir.
18, très forte rosée le matin et le soir. Brise du lac de 10 h. à 4 h.
19, très forte rosée le matin.
20, très forte rosée le matin; depuis 10 h. du matin forte bise jusqu'à 5 h. du soir.
21, bise de 10 h. du matin à 4 h. du soir. Rosée le soir.
22, très forte rosée le matin, légère brise du lac dans l'après-midi.
23, très forte rosée le matin. Légère bise de 10 h. à 4 h. du soir.
24, très forte rosée le matin. Légère bise à 4 h. du soir.
25, très forte rosée le matin; brise du lac au milieu de la journée.
26, très forte rosée le matin; légère brise du lac vers midi.
27, très forte rosée le matin; légére brise du lac à 1 h. du soir.
28, très forte rosée le matin, légère brise du lac à 1 h. du soir.
29, forte rosée le matin; légère bise à 4 h. du soir. Tonnerres à l'ouest pendant l'après-midi. Dans la soirée, éclairs à l'ouest.
30, calme pendant tout le jour.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 4 à 10 h. matin	732,18	Le 1er à 5 h. soir	728,50
8 à 7 h. matin	732,09	5 à 5 h. soir	728,63
10 à 6 h. matin	728,40	10 à 5 h. soir	725,07
17 à 9 h. matin	732,52	14 à 4 h. soir	728,65
19 à 9 h. matin	730,93	19 à 4 h. soir	728,53
23 à 10 h. matin	737,08	22 à 4 h. soir	734,88
26 à 10 h. matin	734,82	26 à 5 h. soir	733,01
30 à 7 h. matin	730,76	30 à 5 h. soir	727,85

Résultats des observations pluviométriques faites dans le canton de Genève

Observ. MM	SÉCHERON Ph. Plantamour	CÉLIGNY Ch. Pesson	COLOGNY R. Gautier	JUSSY M. Micheli	OBSERVAT	COMPESIERES Ch. Raymond	ATHENAZ J.-J. Decor	SATIGNY J. Vernay
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Total...	11.5	7.5	17.1	26.0	16.9	16.8	6.0	5.5

Jours du mois.	Baromètre: Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre: Écart avec la hauteur normale	Baromètre: Minim. observé au barogr.	Baromètre: Maxim. observé au barogr.	Température C.: Moyenne des 24 heures	Température C.: Écart avec la temp. normale	Température C.: Minim.	Température C.: Maxim.	Fract. de saturation en millièmes: Moy. des 24 h.	Fract. de saturation: Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation: Minim.	Fract. de saturation: Maxim.	Pluie ou neige: Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige: Nombre d'h.	Vent dominant.	Chemin parcouru par le vent. Kil. par heure.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône: Midi.	Temp. du Rhône: Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.					+ °	°	cm
1	729,74	+ 1,98	728,50	730,52	+19,47	+ 2,88	+12,9	+26,3	690	— 51	480	810	...	...	calme	3,1	0,45	....	.....	144,2
2	729,95	+ 2,21	729,00	730,72	+21,36	+ 4,88	+14,8	+27,5	699	— 45	490	870	...	...	N. 1	3,1	0,12	21,5	+ 3,3	144,4
3	730,59	+ 2,87	729,42	731,64	+21,42	+ 5,05	+14,7	+28,5	664	— 83	410	830	...	...	N. 1	3,7	0,08	21,7	+ 3,5	145,0
4	731,13	+ 3,43	730,02	732,18	+21,53	+ 5,28	+15,1	+28,5	667	— 82	380	870	...	...	N. 0	2,4	0,23	21,4	+ 3,3	144,8
5	730,14	+ 2,46	728,63	730,98	+21,18	+ 5,05	+14,8	+28,4	671	— 81	350	890	...	...	N. 0	2,2	0,10	....	.....	147,4
6	730,31	+ 2,66	729,11	731,33	+20,56	+ 4,54	+14,1	+27,2	690	— 64	560	810	...	...	N. 0	2,9	0,02	22,4	+ 4,4	147,5
7	730,41	+ 2,78	729,52	731,13	+21,52	+ 5,63	+14,6	+28,4	664	— 93	440	830	...	...	calme	3,1	0,13	22,5	+ 4,6	148,0
8	730,95	+ 3,35	729,54	732,09	+21,47	+ 5,70	+14,6	+28,9	653	—106	410	850	...	...	N. 1	3,3	0,02	....	.....	148,1
9	729,15	+ 1,57	726,97	730,85	+21,98	+ 6,34	+13,7	+30,5	641	—121	370	830	...	...	N. 0	4,0	0,02	22,4	+ 4,6	149,2
10	727,02	— 0,53	725,07	728,40	+21,02	+ 5,50	+14,8	+27,5	709	— 55	570	800	...	...	calme	2,7	0,02	22,6	+ 4,9	149,0
11	728,06	+ 0,54	726,21	729,82	+18,28	+ 2,89	+16,1	+22,8	809	+ 42	660	950	16,9	2	SSW. 1	5,3	0,98	21,7	+ 4,1	149,0
12	730,20	+ 2,71	729,53	730,74	+16,82	+ 1,57	+15,1	+21,2	619	—150	470	750	...	...	var.	4,6	0,92	20,8	+ 3,3	151,0
13	730,30	+ 2,84	729,68	730,82	+15,33	+ 0,21	+11,0	+19,8	569	—203	420	770	...	...	NN. 1	8,1	0,12	20,3	+ 2,8	151,0
14	729,47	+ 2,04	728,65	730,13	+13,17	— 1,81	+ 6,8	+19,3	642	—132	390	810	...	...	NNE. 1	8,9	0,08	20,1	+ 2,7	149,1
15	730,16	+ 2,76	729,58	731,04	+14,39	— 0,46	+ 9,0	+19,3	630	—146	410	840	...	...	NNE. 2	14,1	0,03	....	.....	148,8
16	730,89	+ 3,52	730,12	731,84	+13,83	— 0,88	+ 7,8	+19,4	651	—128	470	860	...	...	NNE. 1	7,2	0,17	19,8	+ 2,6	146,0
17	731,47	+ 4,13	730,56	732,52	+13,39	— 1,17	+ 6,0	+20,9	710	— 71	440	940	...	...	NNW. 0	3,4	0,50	19,6	+ 2,5	140,0
18	730,89	+ 3,58	729,34	732,42	+14,40	— 0,02	+ 6,9	+22,8	756	— 27	370	920	...	...	N. 0	2,4	0,25	19,2	+ 2,2	139,6
19	729,60	+ 2,33	728,53	730,93	+15,07	+ 0,79	+ 6,9	+22,9	738	— 47	550	940	...	...	NNE. 0	2,7	0,58	19,6	+ 2,7	143,0
20	730,49	+ 3,25	729,06	731,72	+15,96	+ 1,83	+ 8,2	+22,3	712	— 75	520	910	...	...	NNE. 1	4,3	0,25	19,7	+ 2,9	142,5
21	733,48	+ 6,27	731,83	735,00	+14,14	+ 0,16	+10,5	+17,8	810	+ 20	690	950	...	...	NNE. 1	4,7	0,50	19,3	+ 2,6	143,2
22	735,60	+ 8,42	734,88	736,34	+14,06	+ 0,23	+ 7,1	+20,8	830	+ 38	670	990	...	...	N. 1	2,7	0,17	....	.....	142,0
23	736,02	+ 8,88	733,88	737,08	+16,26	+ 2,58	+ 9,9	+22,3	804	+ 10	570	950	...	...	var.	3,4	0,02	19,7	+ 3,2	143,0
24	734,77	+ 7,66	733,25	735,90	+17,56	+ 4,04	+11,4	+24,4	810	+ 15	620	950	...	...	calme	2,2	0,02	19,8	+ 3,4	145,0
25	733,92	+ 6,85	732,98	734,76	+17,78	+ 4,41	+11,1	+25,0	747	— 50	550	940	...	...	calme	2,7	0,02	19,8	+ 3,5	146,0
26	734,08	+ 7,04	733,01	734,82	+17,46	+ 4,25	+11,3	+23,8	754	— 45	570	930	...	...	N. 1	3,3	0,00	19,7	+ 3,6	146,5
27	732,93	+ 5,93	731,19	734,27	+16,86	+ 3,81	+10,0	+24,0	746	— 55	490	950	...	...	calme	2,3	0,02	19,3	+ 3,2	148,2
28	731,26	+ 4,29	729,73	732,78	+16,32	+ 3,43	+ 9,3	+23,0	719	— 84	480	870	...	...	calme	2,1	0,13	19,1	+ 3,1	148,6
29	730,39	+ 3,46	729,07	731,60	+15,96	+ 3,23	+ 9,2	+23,5	694	—110	510	850	...	...	calme	2,2	0,42	....	.....	149,5
30	729,35	+ 2,45	727,85	730,76	+15,41	+ 2,84	+ 9,7	+22,1	719	— 87	540	850	...	...	N. 0	1,9	0,72	19,3	+ 3,5	150,4
Mois	731,09	+ 3,46			+17,47	+ 2,81			707	— 63						3,97	0,24	20,47	+3,40	146,33

MOYENNES DU MOIS DE SEPTEMBRE 1895

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	730,18	730,30	730,87	730,81	729,79	728,77	729,02	729,76
2e »	730,08	730,01	730,47	730,77	730,15	729,46	729,82	730,45
3e »	733,45	733,49	733,98	733,98	732,98	732,15	732,42	732,99
Mois	731,24	731,27	731,77	731,85	730,97	730,13	730,42	731,07

Température.

	0	0	0	0	0	0	0	0
1re déc.	+ 17,07	+ 15,05	+ 16,62	+ 23,09	+ 26,12	+ 27,35	+ 24,05	+ 19,86
2e »	+ 12,28	+ 10,84	+ 11,44	+ 16,72	+ 19,15	+ 19,88	+ 16,91	+ 13,29
3e »	+ 12,66	+ 10,92	+ 11,54	+ 19,18	+ 21,28	+ 21,19	+ 18,17	+ 14,50
Mois	+ 14,01	+ 12,27	+ 13,20	+ 19,66	+ 22,19	+ 22,81	+ 19,71	+ 15,88

Fraction de saturation en millièmes.

1re décade	791	832	825	602	508	465	632	743
2e »	798	835	814	633	548	487	611	743
3e »	881	912	901	646	580	612	741	833
Mois	823	860	847	627	545	521	661	773

	Therm. min.	Therm. max.	Temp. du Rhône.	Clarté moyenne du ciel.	Chemin parcouru p. le vent.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0	0		kil. p. h.	mm	cm
1re décade	+ 14,41	+ 28,17	+ 22,07	0,12	3,05	—	146,76
2e »	+ 9,38	+ 21,07	+ 20,09	0,39	6,10	16,9	146,00
3e »	+ 9,95	+ 22,67	+ 19,50	0,20	2,75	—	146,24
Mois	+ 11,25	+ 23,97	+ 20,47	0,24	3,97	16,9	146,33

Dans ce mois l'air a été calme 57,2 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SW. a été celui de 20,25 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 11°,5 E. et son intensité est égale à 44,2 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE SEPTEMBRE 1895.

Le 11, légère pluie à 1 h. du soir, brouillard à 7 h. du soir.
12, brouillard pendant toute la journée
13, brouillard le matin et à 1 h. de l'après-midi.
14, forte bise de 10 h. du matin à 4 h. du soir.
27, forte bise à 1 h. du soir.
28, brouillard depuis 7 h. du soir.
30, fort vent à 10 h. du matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe

MAXIMUM	mm	MINIMUM	mm
Le 2 à 8 h soir	574,22	Le 1 à 5 h. soir	572,46
7 à 9 h. soir	574,82	4 à 3 h. soir	574,05
10 à minuit	572,00	8 à 5 h. soir	574,15
14 à 11 h soir	567,80	10 à 5 h. soir	570,18
18 à 9 h. soir	572,27	14 à 8 h. matin	566,00
20 à 11 h. soir	571,80	19 à 4 h. soir	571,20
23 à 4 h. soir	576,80	23 à 5 h. matin	576,45
27 à minuit	575,00	27 à 5 h. soir	573,20
30 à minuit	571,50	30 à 11 h. soir	569,48

SAINT-BERNARD. — SEPTEMBRE 1895

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum observé au barographe	Baromètre. Maximum observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum des 6 observ.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	millim	millim	millim	millim.	°	°	°	°	millim	millim			
1	572,92	+ 4,77	572,46	573,30	+11,75	+ 6,67	+ 6,9	+15,1	.....	.....	....	SW. 1	0,17
2	573,40	+ 5,30	573,05	574,22	+10,85	+ 5,86	+ 7,6	+13,4	....	.....	....	SW. 1	0,23
3	573,88	+ 5,84	573,64	574,35	+11,80	+ 6,90	+ 6,5	+15,6	.....	.....	...	SW. 1	0,02
4	574,26	+ 6,28	574,05	574,46	+11,05	+ 6,24	+ 6,2	+14,4	.....	.....	...	NE. 1	0,10
5	573,84	+ 5,92	573,44	574,25	+12,18	+ 7,46	+ 7,3	+14,9	.....	.....	..	SW. 1	0,15
6	573,97	+ 6,11	573,72	574,21	+11,62	+ 7,00	+ 7,2	+14,4	.....	.....	..	var.	0,32
7	574,00	+ 6,21	573,35	574,82	+11,80	+ 7,28	+ 7,4	+14,4	....	.....	..	NE. 1	0,18
8	574,51	+ 6,79	574,15	574,70	+11,75	+ 7,33	+ 7,2	+14,9	.....	.....	..	NE. 1	0,08
9	573,27	+ 5,62	572,10	574,78	+12,17	+ 7,85	+ 7,5	+15,4	.....	.....	..	NE. 1	0,07
10	571,01	+ 3,43	570,18	572,00	+11,48	+ 7,27	+ 7,8	+14,3	.....	.....	..	NE. 1	0,18
11	569,74	+ 2,23	569,31	570,72	+ 6,23	+ 2,13	+ 3,2	+10,6	....	....	...	SW. 1	0,72
12	568,64	+ 1,20	568,25	569,35	+ 2,88	— 1,11	+ 0,2	+ 5,8	.....	.....	...	NE 1	1,00
13	567,69	+ 0,32	567,44	568,30	+ 1,02	— 2,86	— 2,8	+ 3,8	.....	.....	..	NE. 1	0,37
14	566,98	— 0,32	566,00	567,80	+ 1,68	— 2,08	— 2,3	+ 4,1	.....	.....		NE. 1	0,00
15	568,29	+ 1,07	567,62	569,30	+ 4,20	+ 0,56	— 1,0	+ 7,9	.....	.....	...	NE. 1	0,00
16	569,11	+ 1,97	568,70	570,08	+ 4,82	+ 1,30	+ 2,0	+ 7,4	.....	.....	..	NE. 1	0,00
17	570,94	+ 3,88	569,75	572,10	+ 7,87	+ 4,47	+ 2,4	+11,2	.....	.....	...	NE 1	0,17
18	571,97	+ 4,99	571,78	572,27	+ 9,17	+ 5,90	+ 6,3	+11,6	.....	...	.	NE. 1	0,23
19	571,54	+ 4,64	571,20	572,06	+ 9,87	+ 6,72	+ 5,2	+13,2	.....	.....	.	var.	0,15
20	571,28	+ 4,46	571,05	571,80	+ 7,62	+ 4,60	+ 3,8	+11,0	....	.....	..	NE. 1	0,02
21	572,85	+ 6,11	571,80	574,35	+ 7,90	+ 5,01	+ 3,2	+10,4	.....	.....	...	NE. 1	0,00
22	575,66	+ 9,01	574,50	576,65	+ 7,77	+ 5,01	+ 4,1	+11,2	....	.....	....	var.	0,17
23	576,71	+10,15	576,45	576,80	+ 8,60	+ 5,97	+ 2,5	+12,4	.....	.....	..	NE. 1	0,13
24	576,03	+ 9,55	575,50	576,72	+ 8,85	+ 6,35	+ 5,3	+12,6	.....	.....	...	NE. 1	0,00
25	575,40	+ 9,00	575,09	576,00	+ 9,37	+ 7,01	+ 5,1	+13,1	.....	.....	....	NE. 1	0,00
26	575,51	+ 9,20	575,14	575,90	+ 9,20	+ 6,98	+ 5,4	+13,3	.....	.....	.	SW. 1	0,03
27	573,79	+ 7,57	573,20	575,00	+ 7,83	+ 5,75	+ 4,2	+11,2	.....	.....	..	NE. 1	0,30
28	572,41	+ 5,98	571,28	573,12	+ 6,35	+ 4,41	+ 3,0	+10,0	....	.....	.	NE. 1	0,50
29	571,31	+ 5,27	571,00	571,80	+ 4,13	+ 2,33	+ 1,9	+ 7,2	.....	.....	....	SW. 1	0,42
30	570,24	+ 4,29	569,48	571,50	+ 2,93	+ 1,27	+ 0,8	+ 5,2	.....	.....	....	SW. 1	0,43
Mois	572,36	+ 4,91			+ 8,16	+ 4,84							0,20

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — SEPTEMBRE 1895.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	573,79	573,59	573,45	573,59	573,36	573,27	573,39	573,62
2e » ...	569,67	569,40	569,41	569,55	569,61	569,57	569,79	569,95
3e » ...	574,20	573,93	573,87	574,01	573,98	573,73	573,88	574,08
Mois	572,55	572,31	572,24	572,38	572,32	572,19	572,35	572,55

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	+ 9,62	+ 13,44	+ 14,62	+ 13,94	+ 11,79	+ 10,46
2e » ...	+ 4,50	+ 7,22	+ 8,13	+ 7,03	+ 5,77	+ 4,56
3e » ...	+ 5,75	+ 8,98	+ 10,61	+ 8,79	+ 7,30	+ 6,33
Mois	+ 6,62	+ 9,88	+ 11,12	+ 9,92	+ 8,29	+ 7,12

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée
	0	0		mm	mm
1re décade...	+ 7,16	+ 14,68	0,15	...	...
2e » ...	+ 1,70	+ 8,66	0,27	...	...
3e » ...	+ 3,75	+ 10,66	0,20	...	...
Mois	+ 4,20	+ 11,30	0,20	...	...

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SW a été celui de 2,41 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 42,2 fois sur 100.

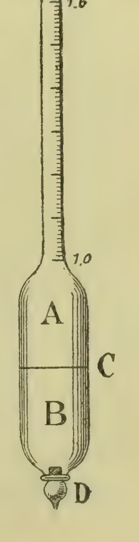
UN

NOUVEL ARÉOMÈTRE

PAR

L.-N. VANDEVYVER
Répétiteur à l'Université de Gand.

L'instrument est en verre et se compose d'une carène divisée en deux parties A et B par une cloison horizontale étanche C. La partie B forme un petit réservoir fermé en D par un bouchon rodé.



La carène est surmontée d'une tige qui porte une échelle pouvant être graduée de différentes manières; nous supposerons cette échelle établie pour les liquides plus denses que l'eau, et nous admettrons qu'elle marque des densités comprises entre 1,00 (pour l'eau) et 1,6 par exemple.

Le liquide dont il s'agit de déterminer le poids spécifique sert de lest.

Voici la façon d'opérer.

Proposons-nous d'abord de vérifier le point initial de la graduation. A cet effet, on retourne l'instrument, on remplit à refus la partie B d'eau distillée, à *une température t*; on replace le bouchon sans introduire aucune bulle d'air ; cela étant, sans crainte de voir tomber le bouchon,

on redresse l'appareil, on l'essuie et on le plonge dans une éprouvette à pied contenant de l'eau distillée, à la même *température t*. Le point d'affleurement doit correspondre au point 1,00 de la graduation marquée au bas de la tige.

On opère de même pour un liquide dont on veut déterminer la densité, en ayant soin de bien nettoyer l'appareil après le remplissage; l'immersion se fait toujours dans l'eau distillée. Le liquide introduit en B étant plus dense que l'eau, le poids total de l'appareil augmente, le volume d'eau à déplacer pour lui faire équilibre est donc plus grand, l'appareil s'enfonce plus profondément, d'où, un nouveau point d'affleurement qui indique la densité.

Si l'on prend pour limites extrêmes de l'échelle, des densités suffisamment rapprochées, ce densimètre peut être rendu très sensible.

Pour le prouver, nous en avons fait construire un, spécialement en vue de la détermination des densités des moûts de bières belges, densités qui ne varient qu'entre *1,00 et 1,06*. L'échelle s'étend sur une longueur d'environ 24 centimètres et est graduée 1,00, 1,005, 1,01, 1,015.... ....1,06; entre deux quelconques de ces divisions, 4 grands traits et 5 petits intermédiaires, déterminent 9 divisions équidistantes entre elles d'environ 2^{mm}. On peut ainsi lire avec facilité et précision la 3me décimale et obtenir la 4me avec une approximation amplement suffisante pour les besoins de la pratique, comme le prouvent des déterminations faites à l'aide de l'appareil et rigoureusement contrôlées par la méthode du flacon.

Ce densimètre présente divers avantages, sur lesquels nous nous permettrons d'insister un moment.

1° Suppression de toute espèce de lest, grenaille de

plomb, mercure, etc., partant, appareil moins lourd, et moins sujet à se briser.

2° Suppression de toute correction capillaire, attendu que l'on opère invariablement dans l'eau distillée, liquide que l'on peut toujours prendre dans les mêmes conditions.

3° Le volume du liquide sur lequel on opère n'a pas besoin d'être mesuré, il est constant[1].

4° On peut déterminer la densité d'un liquide dont on n'a qu'une faible quantité.

5° Il est d'un usage très commode pour la détermination des liquides visqueux.

6° L'équilibre de température entre le liquide et l'eau distillée est assuré pendant la durée des opérations.

7° Le calcul prouve, que les résultats obtenus sont indépendants de la température à laquelle on opère et cela tout au moins pour des écarts assez notables; si l'on tient compte de la dilatation du liquide, de celle de l'appareil et de celle de l'eau d'immersion, on voit que ces effets se contrebalancent à fort peu près, surtout si l'on a soin d'amener le liquide et l'eau à la même température. L'expérience confirme que, même avec l'appareil précis dont il est fait mention plus haut, et qui a été gradué à 15°c, on peut prendre indifférement la densité depuis 8° à 9°c. jusqu'à 19° et 20°c. sans que les résultats diffèrent de plus de 1 à 2 unités de la 4me décimale.

Enfin 8° L'instrument est d'un nettoyage facile.

L'appareil se construit aussi pour des liquides moins denses que l'eau ; la division 1,00 est alors au haut de

[1] Ce caractère différentie avantageusement l'instrument des autres densimètres, établis sur le même principe, (Rousseau, Pâquet, Laska, etc...)

l'échelle et, en plaçant la division 1,00 au milieu de l'échelle, nous sommes arrivés à pouvoir avec un seul et même instrument déterminer des densités supérieures et des densités inférieures à celle de l'eau (entre certaines limites) surtout si l'on se contente dans ce cas d'une 2me décimale exacte et d'une 3me approximative.

Les appareils sont construits avec grand soin et à notre entière satisfaction, par M. Müller, successeur de Geissler, à Bonn s/R. Cet habile constructeur en a acquis le monopole.

NOUVELLES RECHERCHES

SUR LE

MASSIF DU MONT-BLANC

PAR

L. DUPARC
Professeur à l'Université
de Genève.

ET

L. MRAZEC
Professeur à l'Université
de Bucharest.

(*Suite et fin*[1]).

V. Sur la structure et les roches de la partie S. E. du massif du Mont-Blanc.

Cette partie du massif comprend les sommets qui dominent le glacier de Triolet de Pré de Bar et du Mont Dolent.

La protogine qui constitue ces divers sommets est assez différente d'aspect de celle du versant nord. Elle est généralement à grain plus fin; sans développement excessif des feldspaths; le quartz dépasse à peine la dimension des autres individus, elle renferme un joli mica vert très spécial à cette région, et elle est presque toujours dépourvue de quartz granulitique. C'est en somme un véritable granit.

Le type de cette protogine se trouve au Mont Roux.

[1] Voir *Archives*, t. XXXIV, p. 312.

(Coupe n° 340). A l'œil nu elle renferme un plagioclase verdâtre.

Au microscope : La biotite est vert foncé velouté en petites lamelles; son polychroïsme est intense ng vert noir np vert pâle. Il renferme des inclusions d'apatite en fines aiguilles, du sphène, de la magnétite, de l'hématite et de l'allanite. Ces divers minéraux sont d'ailleurs dispersés dans toute la roche. L'oligoclase est assez abondant, l'orthose se trouve en grandes plages à aspect ordinaire, la microcline paraît manquer. Le quartz est abondant, exclusivement sous forme granitique. Calcite, puis un peu d'épidote comme éléments secondaires.

De très nombreux et puissants filons de granulite percent ce massif dans les parois qui dominent le Val Ferret. Cette granulite est généralement sans mica; sur l'arête du Mont Dolent au Col du Greppillon, un de ses filons renferme à l'état d'englobement un gros bloc de protogine. Ces filons granulitiques longent le bord du massif jusqu'au glacier de Brenva.

Sous le microscope (Coupe n° 336) ces granulites présentent une structure déjà décrite antérieurement, elles sont presque à deux temps; des grands cristaux d'orthose et de quartz sont entourés de toutes parts d'un magma cristallin granulitique formé d'orthose, de microcline et de quartz, ce dernier souvent graphique. Comme d'ailleurs sur les roches du Mont Roux les actions dynamiques sont peu marquées.

Au Mont Dolent la protogine est à peu près identique à celle du Mont Roux à celà près qu'elle est moins riche en biotite. Celle-ci verdie par les actions secondaires est riche en inclusions des minéraux ordinaires, les feldspaths sont en majeure partie potassiques, le quartz granitique.

Ces protogines du versant S. E. se distinguent de celle du versant N. par le manque assez général de quartz granulitique et par des actions dynamiques moins intenses. Ce sont bien réellement des roches granitiques que l'on devrait considérer comme telles.

C'est au Col du Greppillon qu'apparaissent également les microgranulites; bien que les ayant traitées antérieurement nous donnerons cependant la description de quelques échantillons pris sur l'arête et qui sont intéressants.

Tout d'abord dans la moraine gauche du glacier de Pré de Bar, au-dessus de la Cascade; on trouve dans la zone de la protogine, quelques rares blocs d'une microgranulite qui doit évidemment y former des filons.

(Coupe n° 344). La première consolidation est représentée par du mica verdi chloritisé avec sphène, magnétite, apatite et zircon plutôt rares. La chlorite résultant du mica est polychroïque et montre deux axes autour d'une bisectrice positive. Les grands cristaux de feldspaths sont séricitisés, le quartz bipyramidé fortement corrodé. La pâte microgranulitique contient par places du quartz globulaire, dans cette pâte quelques grains de calcite.

Le premier filon qu'on rencontre sur l'arête du Mont Dolent est un peu différent (Coupe n° 357). Le mica y est totalement chloritisé, la chlorite fibreuse est verdâtre, légèrement polychroïque. Peu de zircon, apatite, sphène, hématite. Feldspaths séricitisés et zoïsitisés.

Au Greppillon (Coupe n° 359). La première consolidation renferme beaucoup de superbes cristaux de quartz ronds, associés par place à de l'orthose abondant puis à quelques superbes cristaux à contour net de microcline, du plagioclase séricitisé, à très peu de chlorite verdie en débris; le tout dans une pâte microgranulitique à caractères habituels.

VI. Sur la composition du manteau cristallin du massif du Mont-Blanc sur son versant nord au-dessous des Grandes-Aiguilles.

Dans le but d'établir exactement la nature des roches cristallines qui, décrites tour à tour comme gneiss ou micaschistes, enveloppent la protogine; nous avons étudié avec l'aide du microscope une série de profils parallèles allant de la vallée de Chamonix au contact de la protogine avec le cristallin sous les Grandes-Aiguilles.

Un de ces profils va des rochers des Mottets par la Filia et le Montanvert à l'Angle.

Les rochers des Mottets constituent la petite bosse arrondie de couleur rousse qui avec la Filia forment la rive droite du glacier des Bois. La Filia, rocher abrupt de même couleur que les Mottets est également moutonnée comme ces derniers. Une entaille peu profonde sépare ces deux rochers; au-dessus vient le Montanvert.

Dès le début nous voyons apparaître les phénomènes de granulitisation qui contribuent à modifier si profondément les roches cristallines du massif et à en masquer souvent le réel caractère.

A la base même des Mottets on trouve des schistes simulant des véritables gneiss (coupe n° 478). Ils renferment des glandules d'orthose et de microcline, le premier à structure micropertithique; peu d'oligoclase, le tout enveloppé et comme noyé dans une masse à structure parallèle formée essentiellement par du quartz polyédrique associé à des lamelles de mica blanc. Dans cette masse quelques beaux et gros zircons, un peu de leucoxène puis du mica noir.

Cette roche est donc un véritable gneiss glanduleux; c'est un faciès d'injection feuillet par feuillet avec large cristallisation de l'élément feldspathique. La transformation complète subie ne laisse aucune indication sur la nature de la roche cristalline primitive. Cette variété analysée est très acide; c'est presque de la granulite. La teneur en chaux et en magnésie indique cependant un élément micacé plus abondant.

L'abondance de la potasse montre aussi la richesse en microcline.

Analyse.

S_1O_2	=	68.60
Al_2O_3	=	14.78
Te_2O_3	=	5.22
CaO	=	2.10
MgO	=	1.06
K_2O	=	5.31
Na_2O	=	3.08
Perte au feu	—	1 65
		101.80

Au-dessus de ces roches on trouve de nombreux filons de granulite, dans leur voisinage les roches atteignent leur maximum de transformation. La granulitisation du micaschiste se fait ici selon un autre type qui est l'imprégnation complète.

(Coupe n° 498) La roche au microscope renferme beaucoup d'orthose et de microcline développés partout, l'oligoclase est plus rare, généralement séricitisé; le quartz est abondant, de plus petite dimension. Par places ces divers éléments forment de véritables associations granulitiques, parfois pegmatoïdes. Ils sont dispersés dans une masse schisteuse formée par des grains de

quartz, des lamelles de mica vert fortement chloritisé mais encore polychroïque, du mica blanc, des grains de sphène et plus rarement du zircon et de la magnétite.

L'analyse de cet échantillon donne à peu près la composition d'une granulite pure.

Analyse.

S_1O_2	=	70.30
Al_2O_3	=	16.09
Fe_2O_3	=	4.11
CaO	=	1.30
MgO	=	1.11
K_2O	=	4.40
Na_2O	=	3.57
Perte au feu	—	1.30
		102.18

En continuant à monter on s'éloigne des filons de granulite, immédiatement l'aspect des schistes change ; ils sont plus feuilletés bien que toujours feldspathiques et gneissiques.

(Coupe n° 487) Au microscope ils sont formés par une masse à structure parallèle constituée par du mica verdi et des grains de quartz avec beaucoup de sphène et un peu de zircon, puis développement par places de plages feldspathiques et quartzeuses.

Une analyse sommaire montre qu'une diminution manifeste dans l'acidité correspond à cette diminution dans l'injection ; la roche ne renferme plus que 65.10 °/₀ de S_1O_2.

Un peu plus haut la granulitisation reprend. La roche (Coupe n° 488) est alors formée par les éléments des granulites disposés pèle-mèle et qui se sont évidemment développés tels quels dans une roche primitivement schis-

teuse et cristalline comme l'attestent des lignées de lamelles de mica blanc qui sans dérangement aucun traversent successivement plusieurs cristaux de nature différente. La roche cristalline primitive paraît avoir été formée d'une association de mica blanc, de chlorite et de quartz, chlorite qui provient sans doute d'une biotite verdie. Dans les éléments empruntés à la granulite, belles inclusions d'apatite, par places quelques cristaux de pyrite. Là encore la granulitisation paraît se faire par imprégnation.

Les roches que l'on trouve un peu au-dessus (Coupe nº 489) tout en offrant le même phénomène sont assez différentes sous le microscope. Elles sont formées par des bandes alternantes de séricite et de mica noir (ng brun sale np jaunâtre pâle) verdi, réuni par du quartz moiré, avec beau développement local de lentilles de quartz granulitique. Çà et là quelques grandes plages d'orthose, de microcline et quartz.

Les rochers de la Filia ne diffèrent en rien de ceux des Mottets; ils sont aussi granulitisés avec les types et les alternances citées, parfois ils sont très riches en mica blanc et en quartz; le mica noir s'y trouve également. Au Montanvert apparaissent les premières leptynites.

Du Montanvert au Contact sous l'Angle les roches que l'on *rencontre offrent tous les caractères de celles des Mottets* mais les alternances si fréquentes là-bas, sont ici moins sensibles; plus on s'approche du contact, plus l'injection est générale et plus elle uniformise les roches en leur communiquant cet aspect gneissique particulier. C'est ce qui a fait diviser les roches cristallines du massif du Mont-Blanc en deux zones; l'une interne formée par des gneiss, l'autre externe par des micaschistes. En réalité il n'y a aucune différence entre les roches de ces

deux zones, les mêmes types se retrouvent en haut près du contact, comme en bas aux Mottets, seulement près du contact l'auréole granulitique l'est d'une manière plus complète et plus profonde ce qui diminue les alternances sans les supprimer complètement.

Dans cette auréole on peut trouver tous les modes d'injection et constater quels aspects variés peuvent prendre les roches ainsi transformées. Tantôt c'est le type par imprégnation complète qui domine ; tantôt c'est celui par injection feuillet par feuillet; d'autres fois encore c'est une véritable injection lenticulaire qui est en quelque sorte l'exagération du type précédent. Celle-ci s'observe par exemple sur certains schistes coupés par le sentier qui longe la mer de glace et qui simulent des gneiss œillés particuliers. Les lentilles ont de 3 à 12 centimètres de long; elles reproduisent absolument en petit les lentilles pegmatoïdes du massif de Trient sur lesquelles nous avons déjà attiré l'attention et que nous avons décrites.

Une de ces lentilles extraites des schistes en question (Coupe n° 40 β) montre que l'on a là de la granulite pure. On y trouve de l'orthose et de l'anorthose abondants, de l'oligoclase rare, très peu de microcline, du quartz et de l'apatite, le tout réuni par du quartz en grains plus petits, polyèdriques, associé à un peu de chlorite polychroïque dans les tons vert grisâtre.

A l'Angle, près du contact avec la protogine on trouve une multitude de bancs de leptynite très minces. Celle-ci est blanche, finement grenue et très friable (Coupe n° 40 α).

L'analyse de cette roche montre qu'elle peut être considérée comme l'un des types les plus acides que l'on

rencontre dans le massif. Elle est intéressante par sa teneur en soude.

Analyse.

S_1O_2	=	74.25
Al_2O_3	=	17.50
CaO	=	1.95
K_2O	=	1.39
Na_2O	=	5.70
		100.79

Si nous résumons les conclusions qui se dégagent des observations faites sur ce profil on peut dire que :

1) Tout le manteau cristallin est granulitisé du contact jusqu'à la vallée de Chamonix et que les différences et les variations dans le mode d'injection sont la source des différences de facies observés dans les roches cristallines de ce manteau.

2) Que dès le début les facies gneissiques apparaissent mais que à la base les alternances avec des types plus franchement micaschistes abondent ; ces alternances s'atténuent sans disparaître cependant et près du contact on remarque une auréole gneissique due simplement à une plus grande régularité et une ampleur plus considérable du phénomène d'injection, les types observés au contact sont d'ailleurs analogues à ceux de la partie extérieure du manteau cristallin.

3) Que dans le voisinage de filons de granulite la granulitisation des roches encaissantes s'exagère ce qui se traduit par une augmentation notable de leur acidité.

4) Qu'il ne nous a pas été possible de trouver un type représentant les roches cristallines primitives non modifiées par le voisinage immédiat ou en profondeur des roches granitiques ou granulitiques du massif; comme

aussi de faire une distinction dans le complexe de micaschistes injectés qui forment le revêtement externe de la protogine et d'y établir plusieurs niveaux.

Au Mauvais Pas, vis-à-vis du Montanvert, on trouve des schistes gris verdâtres, friables, qui font défaut aux Mottets, et qui diffèrent très sensiblement des roches granulitisées que nous venons de voir sur le profil Mottet Montanvert.

Au microscope (Coupe N° 58) cette roche est formée par une association feutrée de chlorite vert pâle en paillettes et de séricite, dans laquelle se développent une multitude de grains de sphène, de la magnétite, et par places de l'hématite; le tout réuni par de petits grains de quartz. Par places quelques grands cristaux d'orthose rares du reste.

L'analyse de cette roche est fort différente de celle des précédentes, elle nous montre un type beaucoup plus basique. Cette roche représente-t-elle le type cristallin primitif non injecté, ou est-elle un type supérieur des micaschistes pincé en banc dans le manteau cristallin? Il n'est guère possible de le dire

Analyse

S_1O_2	=	50.28
Fe_1O_3	=	16.01
Al_2O_3	=	19.22
CaO	=	1.71
MgO	=	4.06
K_2O	=	2.01
Na_2O	=	3.10
Perte au feu	=	4.33
		100.72

Suivons maintenant un second profil de la Cascade de Blaitière.

A la base nous trouvons un schiste qui sous le microscope simule une véritable granulite. (Coupe N° 1) La structure parallèle y est à peine visible. Le schiste primitif dont on retrouve quelques régions est formé d'une association de séricite, de mica noir, de sphène et quartz, la granulitisation y développe de larges cristaux feldspathiques et de belles lamelles de mica. La composition chimique est presque celle d'une protogine

Analyse

SiO_2	=	68.30	
Al_2O_3	=	16.23	
Fe_2O_3	=	3.17	
CaO	=	1.15	
MgO	=	0.65	
(K_2Na_2O)	=	8.85	(par différence).
Perte	=	1.65	
		100.00	

Plus haut les schistes sont glandulaires (Coupe N° 8) fissiles grisâtres ; ils sont fort différents des précédents et paraissent beaucoup moins fortement injectés. Au microscope ils sont formés principalement de chlorite et de séricite associées à des grains de quartz. Beaucoup de sphène et de zoïsite, puis du zircon et un peu d'hématite. Les bandes chloriteuses et séricitiques alternent avec d'autres essentiellement quartzeuses. Par places quelques glandules de quartz à individus polyèdriques. L'analys montre le retour vers un type plus basique qui rappelle par sa composition et sa structure le schiste du Mauvais Pas.

Analyse

SIO_2	=	54.83
Al_2O_3	=	18.98
Fe_2O_3	=	10.97
CaO	=	1.48
MgO	=	4.63
K_2O	=	3.78
Na_2O	=	3.40
Perte au feu	=	2.92
		100.99

Au pavillon de Blaitière (Coupe N° 9) on retrouve des schistes du même type mais complètement granulitisés. Ce profil peut être continué plus à l'oüest le long du torrent des Pèlerins, jusqu'à la rencontre du sentier de la Pierre Pointue.

Au Chalet de la Praz (Coupe N° 440), les micaschistes sont injectés, riches en mica blanc, avec lamelles de chlorite, puis grains d'hématite, de sphène et les éléments ordinaires de la granulite.

Un peu plus haut (Coupe N° 17) les schistes paraissent encore plus fortement injectés. Le mica blanc abondant en larges lamelles du type précédent est ici en partie remplacé par de la biotite brune (*ng* brun | *np* brun jaunâtre). Celle-ci est saturée d'inclusions de fines aiguilles de sagénite. Quelques belles lamelles de muscovite puis nombreuses lentilles de quartz granulitique.

Analyse

S^iO_2	=	60.10
Al_2O_2	=	19.84
Fe_2O_3	=	8.12
CaO	=	1.64
K_2O	=	3.12
Na_2O	=	2.52
Perte au feu	=	2.67
		100.58

Dans le voisinage de la Pierre Pointue apparaissent de nombreux filons de granulite qui percent les schistes et les criblent partout. (Coupe N° 23). Là encore on constate une augmentation notable de l'acidité dans le voisinage de ces filons comme au Montanvert. Les schistes sont très riches en mica blanc associé à des lamelles de chlorite; quelques grains de zircon et d'hématite, partout développement de larges cristaux d'orthose anorthose et microcline puis de quartz. C'est le type d'injection par imprégnation et empâtement qui est ici réalisé.

Analyse

S_1O_2	—	68.80
Al_2O_3	=	16.76
Te_2O_3	=	2.69
CaO	=	0.90
MgO	=	0.36
K_2O	=	3.50
Na_2O	=	4.72
Perte au feu	=	1.23
		98.96

Au dessus ce type se continue (Coupe N° 25) ; le mica blanc y est encore plus abondant mais l'éloignement des filons de granulite se traduit par une chute dans l'acidité.

Analyse

S_2O_2	=	63.85
Al_2O_3	=	18.77
Fe_2O_3	=	4.43
CaO	=	1.55
MgO	=	1.08
K_2O	=	4.02
Na_2O	=	4.42
Perte	=	1.75
		99.87

Près du contact sous l'aiguille du Plan on trouve encore des schistes très granulitisés (N° 33) grisâtres à deux micas, qui renferment un peu de calcite.

Leur composition est d'ailleurs semblable.

Analyse

S_1O_2	=	63.85	
Al_2O_3	=	18.07	
Fe^9O_3	=	5.13	
CaO	=	3.00	
MgO	=	1.73	
K_2O = $_1Va_2O$ =		6.59	(par différence)
Perte au feu	=	1.63	
		100.00	

En résumant ces observations nous arriverons également à des résultats analogues à ceux qui nous ont été donnés par le profil du Montanvert. Au début nous trouvons aussi des variétés fortement injectées identiques à d'autres roches que l'on trouve près du contact; un peu plus haut on rencontre des types moins injectés plutôt basiques, puis reviennent des schistes granulitisés tantôt à mica blanc, tantôt à mica noir d'aspect variable; presque toujours avec de la chlorite. Les phénomènes que l'on observe dans les schistes au voisinage de filons de granulite sont les mêmes que ceux cités précédemment, et là encore la granulitisation s'intensifie dans le voisinage du contact pour former l'auréole dont il a été question sans toutefois supprimer complètement les alternances. Là encore il n'est pas possible d'établir une subdivision dans les roches cristallines qui forment le manteau du culot éruptif et d'y distinguer divers niveaux.

Dans l'auréole gneissique d'injection qui enveloppe

directement la protogine sous les grandes Aiguilles on trouve parfois mais rarement il est vrai des schistes en bancs minces d'un type relativement primitif, peu injectés. qui contrastent singulièrement avec leur entourage. On en peut voir au contact de la protogine sous l'Aiguille de Charmot contact si franc qu'il permet de faire des coupes simultanément dans la protogine et dans le schiste qu'elle touche.

Celui-ci est verdâtre foncé, il paraît de suite bien plus basique que les schistes du voisinage. Au microscope (Coupe N° a) *il est exclusivement formé* par de la biotite verte abondante et très polychroïque du quartz et de l'épidote. La biotite forme des petites lamelles d'un vert foncé *ng* vert olive très foncé *np* jaune verdâtre pâle: L'épidote très abondante est en grains jaune pâle; le quartz forme la masse principale. Le contact avec la protogine reste franc sous le microscope; on y voit la roche éruptive émettre latéralement des filons de quartz granulitique dans ce schiste. L'analyse donne les résultats suivants:

SiO_2	=	59.30
Al_2O_3	=	19.20
Fe_2O_3	=	8.10
CaO	=	3.05
MgO	=	2.51
K_3O	=	2.39
Na_2O	=	6.83
Perte au feu	=	0.68
		102.06

Sous l'Aiguille du Plan, au contact même, on retrouve un schiste foncé paraissant peu granulitisé et d'une richesse exceptionnelle en mica (Coupe N° 23). Un accident survenu aux préparations nous empêche de donner

pour le moment sa diagnose complète; nous en citerons seulement l'analyse qui montre bien un type analogue au précédent

Analyse

S_1O_3	=	54.96	
Al_2O_3	=	18.31	
Te_2O_3	=	8.25	
CaO	=	6.88	
MgO	=	3.56	
Alcalis et perte	=	8.04	(par différence)
		100.00	

VII. Le contact de la protogine sous le glacier du Pendant et l'enclave du col des Grands Montets.

Le contact de la protogine qui traverse à l'Angle la mer de glace, passe au dessous de l'Aiguille du Dru, se dirige du NE au NNE. traverse la partie inférieure du glacier du Mont-Blanc et remonte depuis la base des rochers qui supportent le glacier des Pèlerins dans l'arête des Grands Monts et de l'aiguille du Bochard.

La base de ces rochers est formée par des protogines gneissiques analogues aux protogines schisteuses de l'Aiguille du Dru; elles sont d'abord en bancs épais, puis leur structure devient de plus en plus gneissique elles passent aux véritables protogine-gneiss. Au microscope (Coupe N° 79) la roche est formée d'un agrégat granitoïde d'oligoclase moulé par de l'orthose mâclé selon Karlsbad le tout réuni par du quartz peu abondant mêlé à des lamelles de mica noir très polychroïque avec inclusions de sagénite, d'apatite et de zircon à auréoles polychroïques, puis aussi à quelques lamelles de mica blanc. Grains d'épidote et un peu de sphène. Les pressions supportées

par la roche sont mises en évidence par l'écrasement des divers éléments.

Le couloir qui se trouve sur la rive gauche du glacier et l'arête qui surplombe le glacier du Mont-Blanc sont formés par des schistes avec intercalation d'amphibolites. Ces schistes plongent SE; près du sommet de l'arête, ce plongement change, il devient NO. Il *y a donc là un synclinal très aigu de schistes, enclavé au sein de la protogine.*

Ces schistes sont encore des micaschistes injectés; mais d'une manière très irrégulière, les bords du synclinal le sont beaucoup plus que le centre. Tandis que sur les bords l'injection feldspathique est manifeste, au cœur même de ce synclinal on ne trouve plus guère que l'injection quartzeuse. Là (Coupe N° 87) le schiste est formé par de la biotite presque entièrement chloritisée, de la magnétite une multitude de grains de zoïsite, des paillettes de séricite, le tout associé à du quartz flou et formant un mélange à structure bien parallèle interrompu par des belles lentilles de quartz granulitique. Par places on voit se développer un ou deux cristaux feldspathiques puis quelques jolis cristaux de zircon.

Les schistes du voisinage du contact avec la protogine (Coupe N° 90) présentent les mêmes caractères, mais la granulitisation plus intense s'y traduit par l'abondance des grandes plages d'orthose et d'oligoclase. Le leucoxène y est fréquent.

L'existence de cette enclave est importante soit au point de vue des rapports de la protogine avec les schistes de son manteau, soit aussi pour l'explication des phénomènes d'injection.

VIII. Sur les schistes chloriteux séricitiques et cornés du versant NW du massif du Mont-Blanc.

Les micaschistes injectés qui forment l'enveloppe de la protogine sont revêtus dans la partie NW du massif d'une zone de schistes chloriteux et de cornes vertes qui sont bien développés dans la vallée du Nant Borrand ainsi qu'à la base du Mont Tondu. Ces schistes chloriteux de couleur verdâtre sont injectés comme les micaschistes; percés parfois par de nombreux est puissants filons de granulite ; et passent par place à de véritables gneiss chloriteux, mais se distinguent néanmoins des véritables micaschistes et de leurs différentes variétés injectées.

Ces schistes sont constitués par de la chlorite, de la séricite, du mica noir (notamment dans le voisinage de la granulite) des feldspaths, et du quartz.

La chlorite, très abondante dans certains spécimens qui lui doivent leur couleur verte, n'est visible parfois que sous le microscope. Elle se présente généralement en fibres ou en touffes vert clair, d'autres fois en paillettes. L'allongement est généralement négatif; le polychroïsme est sensible *ng* = vert jaunâtre *np* = vert très clair, incolore; la biréfringence est excessivement faible. La chlorite est d'habitude associée à de la séricite en lamelles incolores qui se groupent avec la chlorite, et forment des touffes d'aspect radié.

L'allongement de la séricite est positif, la biréfringence peu élevée, la bisectrice est négative avec 2V petit. Dans la chlorite on trouve des inclusions de grains de sphène.

Ces schistes se rencontrent d'abord sur la route de Contamines à Nant Borrand et Notre-Dame de la Gorge ;

ils sont verdâtres, compacts avec développement de pyrite (Coupe N° 227). Au microscope la roche est très feldspathique. On y trouve beaucoup d'orthose puis un plagioclase dont les propriétés optiques se rapprochent d'un oligoclase-andésine et du quartz en grains écrasés. La chlorite abondante est calée entre ces divers éléments, elle est associée à de la séricite et du quartz moiré. On y trouve également du sphène, de l'apatite en prismes brisés, du zircon et de l'hématite ; puis comme produits secondaires de la calcite, de l'illménite et de l'épidote.

A la cascade du Bon-Nant (Coupe N° 230) les schistes chloriteux sont semblables mais beaucoup plus gneissiques, la chlorite y est moins abondante, les feldspaths plus séricitisés. Le zircon s'y montre également ainsi que l'apatite, le sphène et l'illménite. Quelques petites et rares paillettes de mica verdi. Quartz abondant.

Un autre échantillon (Coupe N° 231) pris plus extérieurement est semblable au précédent. La chlorite, la séricite et les matières ferrugineuses y sont fréquentes.

Les feldspaths, orthose et oligoclase sont fortement altérés, le quartz en grains ou en lentilles est écrasé. Les produits de décomposition sont nombreux sous forme de zoïsite puis d'un minéral du groupe de l'épidote mais dont la biréfringence est beaucoup plus faible. La bissectrice aigue y est positive; l'allongement alternativement positif et négatif. 2V est très grand; sous certains cristaux de ce minéral on trouve des inclusions vert brunâtre, polychroïques. Il est accompagné de pyrite et de séricite.

Comme nous l'avons dit, ces schistes chloriteux sont percés par des granulites. Celles-ci (Coupe N° 233) n'ont rien de spécial, elles renferment du mica brun polychroïque, de la chlorite, de la zoïsite, de l'épidote et de la ma-

gnétite puis un peu de sphène, de l'orthose du microcline de l'oligoclase et beaucoup de quartz granulitique.

Si maintenant on traverse la zone des schistes chloriteux dans toute sa largeur du Nant Borrand au glacier de Trélatête par les contreforts du Mont Tondu, on retrouve ici toutes les variétés injectées correspondant à celles que l'on observe dans les micaschistes. Au châlet Lajat les schistes sont fortement gneissiques et très chloriteux (Coupe N° 234). Le quartz et les feldspaths développés en lentilles sont enveloppés par la chlorite et la séricite. Les extinctions du plagioclase en font de l'andésine acide. Les autres éléments sont comme toujours sphène, épidote, zoïsite, puis orthose et quartz. Au dessus des châlets de Lajat la roche garde les mêmes caractères. Il est à remarquer qu'au contact des nombreux filons de granulite qui percent les schistes, ceux-ci deviennent généralement riches en mica brun. Un échantillon de ces derniers pris au dessus des chalets de Lajat renferme quelques très gros cristaux d'apatite libres, du zircon à formes premières; puis du mica brun très polychroïque uniaxe associé à de la chlorite renfermant en inclusions des grains de sphène. L'orthose est fortement séricitisé et l'oligoclase presque entièrement transformé en zoïsite.

Les rochers qui forment la rive gauche du glacier de Trélatête (Coupe N° 236) sont pauvres en chlorite; ils renferment du zircon, de l'apatite, peu de mica noir verdi et principclement de la séricite. Les éléments feldspathiques sont très altérés; l'épidote, zoïsite et calcite secondaire abondent. Cette zone des schistes chloriteux se retrouve un peu en dessous sur la rive droite du glacier, car déjà les rochers au dessus du Pavillon de Trélatête ont un aspect différent. Ce sont des micaschistes injectés qui

appartiennent à la zone centrale des schistes cristallins (Coupe N° 241).

Ceux-ci montrent sous le microscope une structure gneissique parfaite. Ils renferment de jolis prismes de zircon et d'apatite, du mica brun verdi sur les bords avec inclusions des deux précédents. L'orthose s'y développe à grandes plages avec les caractères ordinaires tandis que l'oligoclase est en cristaux beaucoup plus petits avec belles mâcles du péricline. Le quartz est abondant. Tous les éléments sont froissés et brisés. Un autre échantillon venant au dessous du précédent (Coupe N° 240) est identique ; le plagioclase donne des extinctions symétriques de 38° dans la zone de symétrie la variété est donc une andésine franche.

Le glacier de Trélatête charrie dans ses moraines des roches diverses qui proviennent du fond du cirque. On en peut distinguer quatre. La moraine droite charrie principalement des schistes micacés injectés gneissiques, et des granulites. La moraine médiane droite des roches qui viennent exclusivement de l'Aiguille de Béranger ; la moraine médiane gauche des amphibolites et des roches cornées, enfin la moraine latérale gauche des schistes chloriteux et micacés, puis principalement des amphibolites et des granulites.

Au dessous de l'escalier qui descend sur la rive droite du glacier on trouve des petits blocs d'une roche curieuse d'aspect porphyrique, avec développement de grands cristaux de feldspaths (Coupe N° 238).

Les grands cristaux comprennent quelques zircons, une biotite chloritisée, riche en inclusions d'apatite, de sphène en fuseaux et de magnétite. L'orthose est rare. Le plagioclase au contraire est très abondant en gros cris-

taux présentant de belles mâcles, de l'albite, et du péricline. Les extinctions entre deux lamelles sont de 36-38° valeur qui fait de ce feldspath de l'andésine. Les cristaux sont brisés et disloqués. Le quartz en grains et cristaux arrondis est rare; on trouve quelques lentilles de quartz granulitique et de calcite. La pâte est formée de séricite et de quartz,

Les schistes cornés que l'on rencontre dans la moraine ont un aspect pétrosiliceux, leur couleur est jaune grisâtre (Coupe N° 249). Au microscope ces schistes sont formés par un agrégat excessivement fin de quartz mal individualisé associé à des matières amorphes et des petits grains de magnétite.

Les amphibolites des cailloux de la morraine appartiennent aux divers types que nous avons déjà décrits. Dans les granulites des blocs de la moraine qui ont traversé les amphibolites, on trouve de nombreuses enclaves d'amphibolites incomplètement résorbées et qui ont subi des modifications intéressantes. Nous les décrivons ici bien que cette description soit un peu en dehors du sujet traité dans cette partie. A l'œil nu on peut distinguer trois zones concentriques dans ces enclaves, leur épaisseur varie d'ailleurs d'un cas à l'autre. (Coupe N° 245). La zone extérieure se montre de couleur foncée elle est formée par des prismes d'amphibole d'un vert noirâtre, avec quelques cristaux feldspathiques.

Au microscope la hornblende atteint jusqu'à 4 millimètres; elle est rarement mâclée selon h^1 (100), sur g^1 = (010) *ng* s'éteint à 21° de h^1 g^1 dans l'angle obtus; allongement positif. Biréfringence (*ng* — *np*) = 0.023 polychroïsme *ng* = vert bleuâtre, *nm* = vert, *np* = jaune verdâtre. Les cristaux sont associés à de l'actinote et un

peu de talc. Dans l'amphibole quelques inclusions de phène. Quelques cristaux d'orthose séricitisé et d'un oligoclase-andésine.

La seconde zone est de couleur vert clair, elle est formée de cristaux d'actinote affectant la structure radiée. Au microscope cet actinote s'éteint à 18° sur $g^1 = (010)$ elle renferme des inclusions de paillettes de mica brun polychroïque et des grains de sphène, puis du talc en paillettes incolores.

La troisième zone centrale est à l'œil nu formée d'une masse grisâtre compacte et feutrée dans laquelle on voit quelques lamelles de mica. Ce noyeau peut manquer d'ailleurs. Au microscope (Coupe N° 246) on y trouve des cristaux d'une amphibole incolore s'éteignant à 16° sur $g^1 = (010)$ avec $(ng—np) = 0{,}026$; ceux-ci gisent pêle-mêle avec des paillettes de talc, de chlorite; puis quelques grandes lamelles de mica brun.

La granulite elle-même qui enveloppe cette amphibolite est sans mica et pauvre en quartz (Coupe N° 244) elle comprend principalement des grandes plages d'orthose moulant des petits cristaux d'oligoclase et du quartz en grains brisés par les actions dynamiques.

Les contreforts du Mont Tondu comme aussi ceux du Mont-Jovet sont également compris dans la zone des schistes chloriteux ; partout, principalement au Mont-Jovet ils sont criblés de filons de granulite. Vers le Mont Tondu on trouve quelques bancs avec intercalation de leptynite, on voit également des bancs de cette leptynite au dessus du lac Jovet. Elle est blanche (Coupe N° 262) et sous le microscope se montre formée d'un agrégat finement grenu presque microgranulitique de quartz et de feldspaths mal individualisés avec quelques très rares paillettes de mica blanc et peu de magnétite.

Les schistes chloriteux que l'on trouve sur les contreforts du Mont Tondu sont d'un aspect particulier. Au plan de séparation des bancs ils présentent des belles lamelles de chlorite, parfois même de véritables lits de ce minéral.

Sous le microscope (Coupe N° 263) on observe une structure primitivement détritique manifeste. La roche renferme du zircon, de l'apatite, du sphène et de la magnétite puis de la chlorite verte, polychroïque, d'une très faible biréfringence. Cette chlorite est associée à du quartz flou, de la séricite, des grains d'hématite et d'épidote. On trouve aussi quelques gros grains de quartz entourés d'une auréole de paillettes séricitiques comme cela s'observe dans certains facies détritiques du houiller.

Un autre échantillon (Coupe N° 264) pris sur l'arête du Mont Tondu est peu différent du précédent; il est seulement plus feldspathique. On y trouve les minéraux suivants: zircon, apatite, sphène, magnétite, orthose, plagioclases, quartz et séricite. Parmi les feldspaths, le plagioclase prédomine son altération le rend indéterminable.

En somme nous avons l'impression que les schistes chloriteux du Mont Jovet et du Mont Tondu représentent en tout cas la partie supérieure de la formation.

DÉFENSE

DES

FACIES DU MALM

(JURASSIQUE SUPÉRIEUR)

PAR

LOUIS ROLLIER.

(Avec Planche IV[1].)

INTRODUCTION.

Depuis la publication de nos premières coupes du Malm ou Jurassique supérieur du Jura bernois[2], l'étude de ce terrain a donné lieu de la part de nos confrères, s'occupant également du Jura, à plusieurs mémoires[3] qui ont tous plus ou moins contesté les résultats de nos études de synchronisme et de parallélisme des strates du

[1] La planche paraîtra dans le prochain numéro.

[2] *Archives,* janv.-fév., 1888, janv., 1893 et *Eclogae,* vol. 1, n° 1 et n° 3; vol. III, n° 3. — *Actes de la Société helvétique des sciences naturelles, 1888.* — *Matériaux pour la carte géologique de la Suisse,* 8e livraison, 1er supplément.

[3] 1889. F. Koby. — Monographie des polypiers jurassiques de la Suisse, *Mém. Soc. pal. suisse,* vol. 16, p. 503 et suiv.

1892. F. Koby. — Etude stratigraphique sur le Rauracien supérieur... *Mém. Soc. pal. suisse,* vol. 19.

1893. E. Greppin. — Etude des mollusques des couches coralligènes d'Oberbuchsitten. *Mém. Soc. pal. suisse,* vol. 20.

F. Mühlberg. — Bericht über die Exkursion der Schweiz. geol.

Malm. Tandis qu'à l'étranger, des études du même genre[1] ont amené des résultats que nous n'avons fait du reste que confirmer pour le Jura, tout ce qui a été publié chez nous ne tend rien moins qu'à revenir, sous des apparences de simplicité, à la confusion de plusieurs niveaux coralligènes dans l'ancien étage Corallien de d'Orbigny, et de tous les niveaux marneux dans un étage oxfordien étendu outre mesure et très inégalement composé suivant les pays.

Cette regrettable tendance que l'on croit justifiée par des faunes homologues, mais d'âges différents, s'est trou-

Gesellschaft... *Verhandl. Basel*, Bd. 10, p. 315 u. ff. und *Eclogae* Bd. III, nº 5.

A. Jaccard. — *Matériaux pour la carte géologique de la Suisse*, 7e livraison, 2me supplément.

1894. K. Schmidt. — Geologische Exkursion IV in *Livret-guide géologique suisse*, Tabellen.

F. Koby. — Etude stratigraphique sur le Rauracien inférieur... *Mém. Soc. pal. suisse*, vol. 21.

[1] 1831-1837. L. de Buch. — Recueil de planches de pétrifications remarquables, pl. I (à propos de l'*Am. canaliculatus*); reproduit dans les Gesammelte Schriften, Bd. 4.

Id. — Ueber den Jura in Deutschland. *Abhandl. d. k. Akademie der Wisssenschaften zu Berlin*, 27 Febr. 1837 (Tabelle).

1856-1877. A. Buvignier. — *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. 13, p. 848, t. 14, p. 605 et suiv., 3e série, t. 1, p. 76 et t. 6, p. 14. (Différents travaux sur la Meuse).

1872-1874. Tombeck. — *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e série, t. 1, p. 8-24, t. 2, p. 14-21. (Haute-Marne).

1874. Bayan. — *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e série, t. 2, p. 316. (Bassin de Paris).

1881-1884. H. Douvillé. — *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e série, t. 9, p. 349. et suiv., t. 12, p. 301 et suiv. (Bassin de Paris).

1885. J. Lambert. — *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e série, t. 13, p. 153-160. (Yonne).

1886. De Cossigny. — *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e série, t. 14, p. 353 et suiv. (Cher).

1893. A Riche. — *Ann. Université de Lyons*, 1.6, 3e fasc., p. 341 et suiv. (Jura méridional).

Pl. IV

:)

Fig. 2. Profil

S

Séquanien
Calc. coralligènes

S

Forest Marble   Dall

S

govien de
ssage
uracien:
fossiles siliceux.
ecten, subtextorius,
erisphinctes

llier

Nov. 1895

YUC Quai de la Poste GENÈVE

Archives des Sc. phys. et nat. Décembre 1895, t. XXXIV

Fig. 1. Vue Profil de Seewen (Ct. de Soleure)

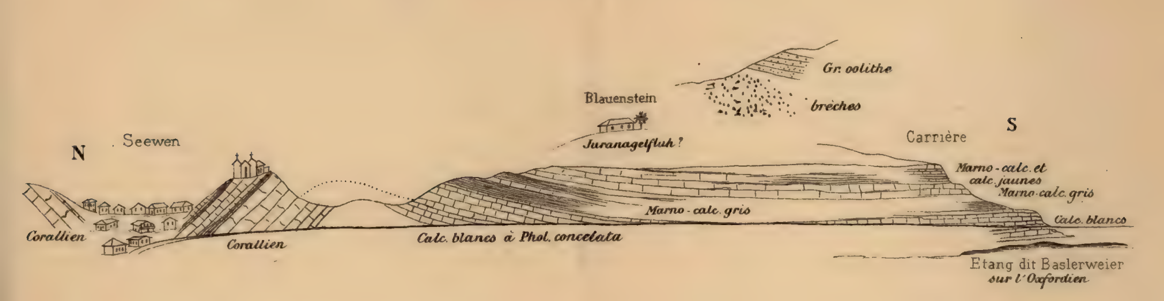


Fig. 2. Profil à la Säge de Beinwyl

Fig. 3. Synclinal de la Muolte (Melt dessus)

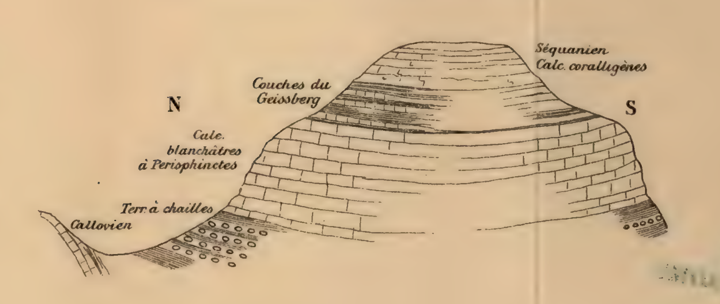
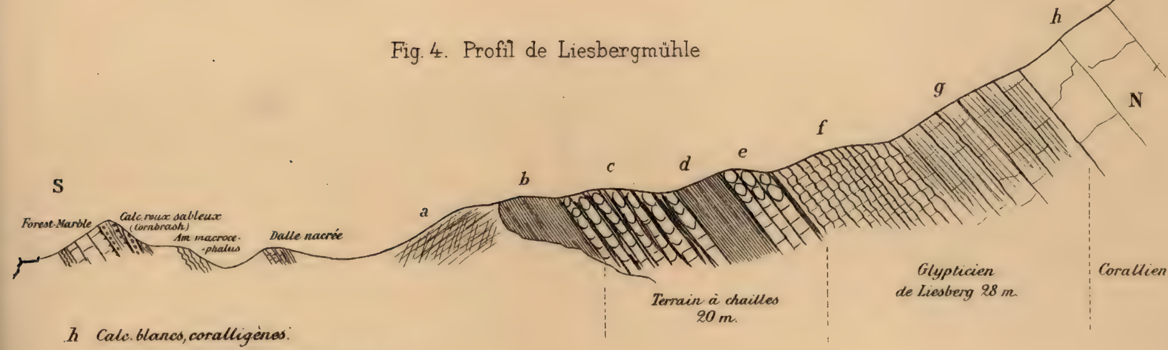


Fig. 4. Profil de Liesbergmühle



h Calc. blancs, coralligènes.

g Marno-calc. jaunes siliceux, 15-18 m.

f Marno-calc. gris, grumeleux, siliceux, à crinoïdes echinides, coraux, etc. 12 m.

e Bancs calc. marn. à Pholadomya exaltata, Ammonites cordatus, etc. 4 m.

d Marnes noires, 5 m.

c Calc. marneux foncés, concrétionnés à la surface (chailles), compacts en profondeur, 10 m.

b Marnes noires à Belemnites hastatus, etc.

a Remblais recouvrant probabl. les marnes à fossiles pyriteux.



Ls Rollier
Nov. 1895

Fig. 5. Vue sur le Rauracien-Argovien d'Erschwyl.
depuis le chemin du Greyerli au Bös.

Lith. Duc Quai de la Poste Genève

vée en défaut chaque fois que l'on a examiné de plus près et le terrain et les fossiles. Pour preuve de ce dire, citons seulement Wimmis, Nattheim, Kehlheim, Tonnerre et Valfin qui sont devenus des types coralliens de différents âges, alors que d'emblée on n'y avait vu qu'une seule formation corallienne générale et synchronique du coral-rag anglais. La stratigraphie et l'étude plus minutieuse des fossiles sont tombées d'accord sur une question qui est devenue le principe et l'essence même de la géologie historique : *les faunes, tout en se modifiant, poursuivent par colonies les faciès homologues dans leurs déplacements géologiques.*

Ce qui est prouvé pour les niveaux coralligènes entraîne nécessairement les mêmes conclusions pour les dépôts vaseux à myacés *(pholadomyens)*, et pour les dépôts ammonitiques ou *spongitiens* (calcaires à scyphies). On s'accorde du reste plus généralement aujourd'hui, étant donnée l'évolution relativement rapide des ammonites, à considérer les faunes successives de céphalopodes (zones d'Oppel) comme caractéristiques des dépôts normaux ou pélagiques. Ces zones d'ammonites ont été poursuivies dans le même ordre de superposition sur de vastes régions, jusqu'au delà des anciennes mers d'Europe. Or dans notre Jura, mieux encore que dans le bassin de Paris on les voit alterner avec les niveaux coralliens, glypticiens, pholadomyens, etc., de sorte qu'il est absurde de vouloir maintenir un étage Oxfordien renfermant tous les dépôts marneux du Jura subordonnés aux calcaires à scyphies. Ces erreurs de classification inhérentes au système de d'Orbigny, et que partagent encore nos confrères suisses, doivent disparaître.

Nous avons publié dans le volume du Congrès géolo-

gique international de 1894, deux tableaux montrant la superposition des dépôts avec leurs relations de faciès pour le Jura et pour le Randen, de sorte que nous ne nous étendrons pas davantage sur les faits généraux et les résultats que nous croyons acquis à la stratigraphie. Il nous reste cependant à examiner de plus près les objections de nos confrères. Qu'il nous soit toutefois permis d'espérer que notre défense ne donnera pas naissance à une polémique qu'à tout prix nous voulons éviter. Notre principal désir, en cela d'accord avec nos confrères, est d'attirer l'attention des amis de la géologie sur un terrain vaste et riche en observations du plus haut intérêt pour l'histoire de notre sol.

Les six mémoires cités, diffèrent bien entre eux sur quelques points de détails que nous examinerons plus bas, mais ils ont un trait commun qui est de conclure tous contre notre parallélisme; c'est pourquoi nous pouvons les comprendre tous dans la même réfutation.

Leur point de vue et leurs conclusions sont à peu près ceux de Desor et Gressly, J.-B. Greppin, etc. et les relations stratigraphiques établies par ces auteurs à partir de 1859[1].

Or on sait quelles relations singulières existent dans les travaux des géologues jurassiens, nos devanciers, et comme leurs divisions cadrent peu avec les zones d'ammonites généralement admises.

Certes J.-B. Greppin (Loco cit. p. 96 et suiv.), de concert avec Gressly (Etudes géol. Jura neuchâtelois, Mém. Neuch., t. 4, p. 75), a soutenu victorieusement contre

[1] Voir *Mémoires de la Soc. des sc. nat. de Neuchâtel*, t. 4 et Tableau des terrains dans *Matériaux carte géolog. suisse*, 8e livraison, p. 210-213.

Merian (Verhandl. Basel, t. 5, 1869, p. 255), M. Mösch (Beiträge 4. Lief. p. 162 u. ff.) et M. Lang (Fossile Schildkröten, p. 17), le parallélisme de l'Epiastartien (Séquanien supérieur) avec les dépôts dicératiens de Ste-Vérène et de Wangen que ces géologues pensaient pouvoir assimiler au Dicératien de St-Ursanne (Rauracien supérieur). Ces relations stratigraphiques posées par Gressly, sont reconnues vraies par nos honorables contradicteurs, à l'exception de M. Choffat qui conserve dans ses travaux les Wangenerschichten dans le Rauracien (Voir annuaire géologique universel, t. 3, 1887, p. 291 et suiv.). Pour celui qui veut bien examiner les coupes que nous avons publiées sur cette matière, ainsi que l'étude paléontologique de M. E. Greppin, il ne peut subsister de doute, les Wangenerschichten ne sont pas le Corallien de Porrentruy; où donc trouvera-t-on cet équivalent en Argovie ? Dans les Crenularisschichten, répondent d'une commune voix MM. E. Greppin et Koby, en admettant en outre une réduction rapide de ce sous-étage au pied du récif madréporique du Jura septentrional. M. Greppin pense aussi que la profondeur de la mer s'accentuait brusquement sur cette ligne, d'après les idées de d'Archiac (Bull. Soc. géol. de France, 1re série, t. 14, p. 519-520, 5 juin 1843), ce qui rendrait compte des changements de faciès entre les régions franc-comtoise et argovienne [1].

Cette manière d'envisager le Corallien dans les chaînes méridionales n'est pas nouvelle. M. de Tribolet en 1872 [2] a considéré les couches coralligènes du Châtelu comme représentant tout le Rauracien du Jura septentrional.

[1] Communication par lettre de M. E. Greppin.

[2] M. de Tribolet. Notice géologique sur le Mont Châtelu, *Bull Neuchâtel*, 22 fév. 1872, p. 22.

M. Abel Girardot [1] dans ses travaux sur les environs de Châtelneuf trouve également un représentant du Rauracien tout entier au-dessus des couches du Geissberg. Par contre Desor et Gressly [2], Jaccard [3] et, suivant les régions, J. B. Greppin [4], ne voyaient dans les Crenularisschichten que du Glypticien (ou Terrain à chailles siliceux, Corallien inférieur avec le Zoanthairien d'Etallon), à l'exclusion du Dicératien de St-Ursanne, qu'ils croyaient manquer dans les premières chaînes du Jura.

M. de Tribolet a fini par adopter cette dernière conclusion, hormis le Corallien des Joux-derrières [5].

Nous avons nous-même partagé la première manière de voir de M. de Tribolet jusqu'au moment où les affleurements du Montoz et du Graitery nous ont révélé le véritable parallélisme des assises. Ces relations se présentent du reste tout naturellement de cette manière au géologue qui ne visite que les plus connus parmi nos affleurements. Dans leur voyage d'exploration du Jura, MM. Th. Roberts et E. W. Small, de l'Université de Cambridge, ont reproduit exactement les idées que nous partagions alors dans le tableau (p. 249) du Quarterly Journal of the geol. Society for May 1887. Nous avons encore en manuscrit des coupes où les dépôts coralligènes du Chasseral figurent comme représentants du Rauracien tout entier dans

[1] *Bull. Soc. géol. de France,* 24 août 1885.

[2] Etudes géologiques, *Mém. soc. sc. nat. de Neuchâtel,* t. 4, 1859, p. 74-76.

[3] A. Jaccard. *Matériaux pour la carte géol. de la Suisse*, 6e livraison, p. 201 et suiv., 7e livraison, p. 5, 1869-1870.

[4] *Matériaux pour la carte géol. de la Suisse*, 8e livraison, p. 76 et 97.

[5] M. de Tribolet. *Recherches géologiques et paléontologiques dans le Jura supérieur neuchâtelois,* in-4°, Zurich, 1873, p. 17-21.

les chaînes méridionales. Mais les choses sont loin d'être ainsi en réalité, et nous nous sommes constamment appliqué à en fournir la démonstration dans nos précédents travaux. Il ne nous reste plus qu'à examiner les faits et considérations sur lesquels s'appuient nos confrères pour infirmer notre parallélisme.

Moutier.

Au sud de la scierie Gobat, dans les gorges de Moutier, sur la ligne de chemin de fer, au nord du dernier petit tunnel (non figuré sur la carte au $^1/_{25000}$), M. Koby a récolté (p. 123 de son dernier mémoire), au-dessous des calcaires à *Pecten vitreus* (ou *solidus*), une faunule qu'il reconnaît sans hésitation comme caractéristique du Rauracien inférieur, et nous reproche d'en avoir fait du Séquanien inférieur, parce que, dit-il, le gisement en question reposant sur l'Argovien, nous ne pouvons, selon notre manière singulière d'interpréter nos coupes, qu'en faire du Séquanien inférieur. Or il n'y a ici qu'un malentendu. Dans notre première étude intitulée : les *Facies du Malm jurassien* (p. 50)[1], nous n'avons pas donné la coupe relevée en ce point le long de la ligne du chemin de fer, parce que les séries séquanienne et argovienne ne sont qu'en partie visibles; les meilleures assises fossilifères étant recouvertes font par conséquent défaut comme points de repère pour juger de la succession des dépôts. Mais n'avons-nous pas publié dans Eclogæ I p. 275 sur ce point en litige, comme partout ailleurs dans notre première étude que les calcaires à *Pecten solidus* marquent

[1] *Archives*, 3e pér., t. XIX, p. 55, et *Eclogæ*, I, p. 52.

le passage latéral de l'Argovien au Rauracien, comment placerions-nous donc dans le Séquanien des bancs inférieurs à ces calcaires ? Les notes et la coupe manuscrites que nous avons relevées sur ce point en 1886 sont aussi déterminées et coloriées comme Argovien-Rauracien, et nous pourrions les reproduire au besoin. Nous avons préféré publier la coupe plus complète[1] relevée au nord de la scierie Gobat, également le long de la ligne du chemin de fer. Elle était, il y a quelques années, très bien à découvert et montrait le Séquanien inférieur marneux à *Magellania humeralis*, avec des bancs coralligènes à *Hemicidaris intermedia*, c'est-à-dire un mélange de l'Astartien avec les Crenularisschichten, le tout reposant directement sur un marno-calcaire à *Pholadomya paucicosta* du niveau des couches du Geissberg. Où est le Glypticien de Liesberg ? où est en ce point le Dicératien de St-Ursanne ? qui tous deux existent normalement à Choindez, quelques kilomètres seulement plus au nord.

M. Koby n'a sans doute pas examiné cette coupe qui est la superposition évidente des Crenularisschichten sur les bancs coralligènes qu'il signale dans le même anticlinal un peu plus au sud, et qui font partie du massif Argovien ou Rauracien. Autrement il ne lui aurait pas échappé qu'en ces deux points si rapprochés, nous avons deux niveaux glypticiens, dont le supérieur est séquanien, l'autre argovien ou rauracien supérieur, les deux dépôts étant séparés par les calcaires à *Pecten solidus*. On le voit du reste directement dans la coupe qu'il cite. Mais pour M. Koby, les gisements coralligènes qu'il décrit représentent le Rauracien complet, avec son Glypticien à la base,

[1] *Archives*, 3e pér., t. XIX, p. 55, et *Eclogæ*, I, p. 52.

le tout normalement superposé au soi-disant faciès argovien de l'Oxfordien. Evidemment cette manière de voir ne se soutient pas devant notre coupe qui montre les bancs marneux à *Pholadomya paucicosta* (couches du Geissberg) touchant aux couches séquaniennes à *Hemicidaris intermedia*. Les bancs à *Pecten solidus* tombent donc ici encore dans la série argovienne, comme dans la coupe que cite notre honorable contradicteur.

Tout cela est du reste bien clair au Sonnenberg (Faciès p. 19) et ailleurs (p. 40). A coup sûr les calcaires à *Pecten vitreus* ou *solidus* sont intercalés dans l'Argovien supérieur et montrent la liaison intime de cet étage avec le Rauracien, tandis que les couches supérieures à *Hemicidaris intermedia* se placent à la base de l'Astartien.

Quant aux fossiles cités par M. Koby dans le banc glypticien, inférieur aux calcaires à *Pecten solidus*, nous n'y voyons pas nécessairement ceux du Glypticien de Liesberg, la faunule recueillie en ce point est trop peu caractéristique pour cela. Il suffit de citer le manque des encrines partout si abondantes dans le Glypticien de Liesberg. Parmi les fossiles cités par M. Koby, nous n'avons guère que des espèces d'une grande extension verticale, comme *Cidaris florigemma*, *Rhynchonella pinguis*, *Ostrea Bruntrutana*, *Ostrea hastellata* (de Nattheim), etc., qui passent pour le moins dans l'Astartien, (sans parler des Crenularisschichten qui pour M. Koby n'occupent pas le même niveau). Le *Magellania (Microthyris) Delemontana* Opp., considéré comme caractéristique du Glypticien de Liesberg est cité aussi dans l'Astartien par J. B. Greppin (Matér., 8e liv., p. 77). Nous l'avons recueilli fréquemment aux Franches-Montagnes et au Sonnenberg, précisément au niveau qui nous occupe, c'est-à-dire immédia-

tement sous l'Astartien, et toujours en compagnie d'espèces, du faciès glypticien qu'on y voit à deux niveaux superposés. En poursuivant ces gisements glypticiens dans l'échelle des couches du Jura, on arrive après avoir dépassé les Crenularisschichten du Séquanien inférieur aux couches de Wettingen, de Nattheim et de Kehlheim qui présentent les formes voisines *M. pseudo-lagenalis* Mösch sp. et *M. lampas* Qu.sp.

En résumé, les fossiles cités par M. Koby sont bien ceux d'un niveau glypticien, mais ils ne sont pas liés uniquement au niveau du Rauracien inférieur. En outre, le gisement en question est trop rapproché de l'Astartien et trop éloigné du terrain à chailles qui existe dans la Basse-Montagne de Moutier, sous les calcaires hydrauliques, pour y voir le prolongement horizontal des riches gisements à échinides de Liesberg, du Thiergarten et du Fringeli.

Quant à la présence de la silice dans ces couches, elle y est du reste en faible quantité, on la retrouve dans le Corallien, dans l'Astartien (la Scheulte) et dans les étages supérieurs du Malm, elle ne prouve rien du tout.

Le gisement cité à Moutier par M. Koby n'est donc pour nous que de l'Argovien supérieur, dans son passage horizontal au Rauracien supérieur, comme nous l'avons établi depuis longtemps. Les couches à *Hemicidaris intermedia* correspondant au Crenularisschichten de M. Mösch sont placées plus haut dans la série, c'est-à-dire au-dessus et non au-dessous des calcaires à *Pecten vitreus*.

M. Koby ne nous a pas compris non plus à propos des Crenularisschichten que nous avons dit se prolonger à Moutier sur l'Argovien et à Choindez sur le Rauracien, ce qui nous a fourni une preuve de l'équivalence du Rau-

racien et de l'Argovien. Il s'agit en effet d'un prolongement. A Moutier on trouve encore de vraies couches à *H. intermedia* à la base de l'Astartien, tandis qu'à Choindez les échinides sont plus rares et se trouvent au milieu même des marnes astartiennes. Mais peu importe ici la place des échinides, personne ne pourra contester l'équivalence exacte de l'Astartien de Choindez avec la coupe que nous avons donnée du Séquanien de Moutier, et les Crenularisschichten viennent bien s'intercaler dans le Séquanien, et non à la base du Rauracien, comme le voudrait M. Koby. Nous avons montré par nos coupes des Franches-Montagnes, et surtout par celles du Graitery et du Montoz où va aboutir le Glypticien de Liesberg : c'est *à la base des calcaires hydrauliques,* et non au sommet de ce massif, c'est-à-dire à la rencontre des couches de Birmensdorf, ce que nous pourrions démontrer encore par de nouvelles coupes (Pl. IV, fig. 2-5). Le raisonnement que fait M. Koby à propos de l'âge de l'Argovien et de la migration des coraux depuis Choindez à Moutier (Mém. cité, p. 124), ne prouve absolument rien, parce qu'il s'appuie précisément sur ce qu'il doit démontrer, c'est-à-dire le synchronisme des gisements coralligènes en question. Or ce synchronisme, d'après ce que nous venons de voir, n'existe pas. Du reste nous ne pensons pas que dans le Jura septentrional les coralliaires aient commencé leur migration vers le sud à l'époque du Glypticien de Liesberg, comme semble l'admettre M. Koby, mais seulement avec le dépôt du Rauracien supérieur, puisque les deux sous-groupes coïncident assez exactement dans leur extension horizontale. Pendant la formation du Dicératien à Choindez, il devait se déposer aussi des sédiments en dehors de l'area des coralliaires. Le dépôt du

calcaire dans de nombreux bancs rauraciens pauvres en fossiles (et c'est la règle, tandis que les nids exploités pour les collections sont plutôt l'exception) ne peut pas être attribué uniquement, ni surtout directement à la vie organique. Nous ne pensons pas non plus qu'il soit limité aux nappes de coraux du Rauracien qui sont bien loin de ressembler à des récifs madréporiques, et que par conséquent ce calcaire doit s'étendre en dehors des dépôts coralligènes proprement dits. C'est en effet ce que l'on peut constater directement sur le terrain en poursuivant les crêts rauraciens jusqu'à leur passage aux calcaires hydrauliques.

Les gisements glypticiens de Moutier sont donc tous deux plus récents que le vrai Glypticien de Liesberg qu'on voit à Choindez dans sa position normale, c'est-à-dire au contact du Terrain à chailles, parce qu'à Moutier on trouve entre les gisements en question et le Terrain à chailles un massif d'au moins 30 mètres de calcaires dits hydrauliques (moins marneux que plus au sud), occupant la place du Rauracien moyen et inférieur.

(A suivre.)

SOIXANTE-DIX-HUITIÈME SESSION

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES

RÉUNIE A

ZERMATT

Les 9, 10 et 11 septembre 1895.

(Suite et fin [1].)

Zoologie et Médecine.

Président : M. le prof. Th. Studer, de Berne.
Secrétaires : M. le prof. A. Lang, de Zurich.
M. le prof. E. Pittard, de Genève.

H. Blanc. Phénomènes intimes de la fécondation. — J. Laskowski. Démonstration de son Atlas d'anatomie. — Em. Yung. Evolution de la fonction digestive chez les vertébrés. — Wil. His. Démonstration d'embryons humains. — Standfuss. Couleur des grands papillons paléarctiques. — A. Lang. Escargots à spire sinistrogyre. — E. de Zeppelin. Les observations du Dr Hofer sur le plankton dans le lac de Constance. — H. Blanc. Sur la faune pélagique du Léman. — H. Goll. Ossements éocènes en Provence. — Em. Yung. Digestion des squales. — Jules de Guerne. Débris de céphalopodes dans l'estomac des cachalots. — Eug. Pittard. Un nouveau liquide conservateur. — Mlle L. Egon Besser. Rétraction des muscles après la section. — E. Métral. Emploi du carbonate de strontiane et de la safranine en thérapeutique. — Vict. Gross. Anomalies dactyles. — Th. Studer. Rapport sur les travaux de la Société zoologique.

A l'assemblée générale du 9 septembre, M. le prof. Henri Blanc, de Lausanne, parle de la *fécondation* *de la transmission des caractères héréditaires.* D'après les travaux récents de Wilson et Mathiews, de Boveri sur la fécondation chez les Oursins, de Rückert chez les

[1] Pour la première partie de ce compte rendu, *physique*, *chimie* et *botanique*, voir *Archives*, 1895, t. XXXIV, p. 360.

Capépodes, la fécondation ne consisterait plus dans la réunion des deux demi-noyaux maternel et paternel et dans la fusion des deux demi-ovocentres et deux-demi spermocentres. Le quadrille des centres de Fol, généralisé trop tôt, n'existerait pas et les quatre demi-centres ne s'observeraient que dans les cas exceptionnels de double fécondation. La conjonction des deux demi-noyaux s'opérerait toujours sous l'action de deux centres dynamiques ou sphères attractives, mais provenant de la division d'un centre et d'une sphère attractive unique ayant une origine paternelle. Ces faits ne concordent donc pas avec ceux observés encore par Guignard chez les plantes et par Blanc chez la Truite. Quelle que soit l'origine des deux centrosomes qui accompagnent les deux sphères attractives, on semble être d'accord pour admettre que les fibrilles rayonnantes des sphères sont faites de particules nées dans le protoplasme de l'œuf. Comme un grand nombre de ces fibrilles pénètrent au milieu des substances nucléaires pour servir à une égale répartition des chromosomes paternels et maternels, ainsi qu'à leur arrangement dans le noyau de segmentation, le rôle du protoplasme de l'œuf n'est pas purement végétatif comme on se le représente trop souvent; il doit participer aussi à la transmission des caractères héréditaires.

Dans l'assemblée générale du 11 septembre M. le Dr J. Laskowski, professeur à l'Université de Genève, présente et démontre son Grand Atlas Anatomique Iconographique[1], qui a vivement intéressé les membres pré-

[1] Cet ouvrage par sa nature même ne se prête pas à une analyse détaillée. Nous avons pensé vu son importance, qu'il était opportun de citer l'opinion à son sujet d'une autorité scientifique (Réd.)

sents. Cette œuvre considérable est composée de 17 grandes planches chromolithographiques, dont quelques-unes sont imprimées en 18 couleurs, qui représentent toutes les régions et tous les organes du corps humain.

Ce grand travail unique dans son genre, est exécuté avec une exactitude et une précision absolue tant au point de vue scientifique qu'artistique et fait le plus grand honneur à son auteur et à l'habile lithographe de Genève M. J. Braun, dans les ateliers duquel l'ouvrage a été exécuté entièrement, prouvant ainsi que l'industrie nationale est capable de mener à bien une publication de cette importance.

M. Laskowski a créé pour ainsi dire un type de l'homme parfait par les proportions exactes et harmonieuses de toutes ses parties constituantes et par la couleur normale des organes et des tissus. Il a rendu un grand service non seulement aux anatomistes de profession, aux médecins et aux étudiants en médecine, mais aussi aux peintres et aux statuaires, qui trouveront dans ces belles planches un enseignement précieux et exact.

Le texte explicatif avec la nomenclature française et latine, facilite singulièrement l'étude des régions et des organes représentés dans les planches ; l'Atlas de M. le Prof. Laskowski a trouvé une grande faveur dans le monde scientifique et auprès du public.

Nous donnons ici l'opinion de M. le Prof. Sappey, un des plus grands anatomistes de notre époque, sur cet ouvrage.

(*Bulletin de l'Académie dc Médecine de Paris*. Séance du 5 mai 1895). « J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Atlas d'Anatomie descriptive, remarquable par ses grandes dimensions, par sa belle exécution et par sa haute valeur scientifique.

« Cet ouvrage est dû à M. le Dr Laskowski, Professeur à la Faculté de Médecine de Genève. Il se compose de 17 planches en chromolithographie, de grandeur demi-nature et la plupart de ces planches comprennent 8, 10, 12 et jusqu'à 17 figures, groupées autour d'une figure principale.

« Ce qui attire d'abord l'attention, lorsqu'on considère ces planches c'est leur extrême richesse, c'est la beauté du dessin, c'est l'éclat du coloris, c'est en un mot leur mérite artistique, qualités qui toutes en effet les distinguent à un très haut degré. Mais à ces qualités brillantes, l'auteur en a ajouté d'autres non moins réelles et plus précieuses encore, puisées dans l'étude approfondie de la nature.

« L'exactitude, la précision, la vérité anatomique ont été l'objet de sa constante sollicitude ; ces qualités solides on les retrouve dans toutes les parties de son ouvrage. Doué d'un très grand talent d'observation, il a fidèlement représenté les divers organes du corps dans leur ensemble, dans leurs rapports et jusque dans leurs moindres détails ; il a su conserver à chacun d'eux la forme qui lui appartient, l'aspect qui le caractérise, la couleur qui lui est propre.

« Réunir ainsi les splendeurs du luxe moderne à la vérité scientifique était une œuvre difficile. Elle exigeait en effet, de très longues recherches et des sacrifices considérables, elle exigeait aussi la passion du vrai et du beau, passion qu'on rencontre si rarement.

« A toutes ces conditions l'auteur a voulu en ajouter une autre encore qui avait aussi son importance, il a pensé que pour se rapprocher le plus possible du terme idéal de son ambition, il devait conserver sa pleine liberté.

En conséquence il n'a pas hésité à s'affranchir de la tyrannie d'un éditeur. Libre alors de toute entrave n'écoutant que ses propres inspirations, il a poursuivi ses études pendant 5 ans avec une ardeur que rien n'a pu ralentir. Il est parvenu ainsi, en prenant le temps pour collaborateur, en s'aidant de toutes les ressources de l'art et de toutes les données de l'observation, à édifier une œuvre vraiment grande et belle, supérieure à celles qui l'ont précédées, une œuvre qui survivra, qui servira de modèle aux jeunes générations et qui sera longtemps et souvent consultée. »

M. le prof. Emile YUNG a fait en assemblée générale une conférence sur l'*Evolution de la fonction digestive*. Presque tout ce qui est enseigné dans les ouvrages généraux sur cette importante fonction repose sur des connaissances acquises en observant les phénomènes chez les mammifères supérieurs, l'homme et le chien, en particulier. Or, chez ces êtres compliqués la division du travail digestif est poussée très loin. Si, en revanche, on considère l'ensemble des animaux on constate que certains d'entre eux digèrent par des voies très simples. Les Rhizopodes et les cellules amœbiformes connues sous le nom de phagocytes qui entrent dans la constitution des Métazoaires, même les plus élevés, fabriquent dans leur plasma les enzymes susceptibles de transformer en les rendant solubles les substances amidonnées et albuminoïdes comprises dans leurs aliments, mais nous ne savons pas distinguer dans leur masse minuscule un siège localisé pour la production des ferments digestifs.

Chez les Infusoires, un commencement de différenciation apparaît sous l'aspect d'un ectoplasme et d'un endo-

plasme dont le dernier seul (les expériences micro-chimiques le prouvent) peut transformer en dextrine les grains d'amidon, dissoudre l'albumine, la caséine et, dans certains cas, aussi saponifier les graisses, c'est-à-dire qu'il cumule les fonctions réparties sur des organes distincts chez les animaux supérieurs. Chez les Métazoaires, nous assistons à une différenciation tout à fait remarquable. Si, dans le principe le protoplasma cellulaire est capable de digérer, il n'en est plus ainsi lorsque la formation de colonies cellulaires permet une division du travail fonctionnel. Nous voyons alors certaines cellules de la colonie conserves seules la fonction digestive, telles sont en général, par exemple les cellules entodermiques. Toutefois, cette concentration du pouvoir digestif sur les cellules de l'entoderme n'est pas subite dans la série des animaux. C'est ainsi que chez les Porifères de nombreux éléments du syncytium mésodermique la possèdent encore et que chez les Hydres retournées de Trembley, les cellules ectodermiques continuent à agir sur les aliments, préparant occasionnellement des ferments digestifs aussi bien que le font normalement chez ces Polypes, les cellules entodermiques.

Nous ne pouvons qu'écrire fragmentairement l'évolution de la fonction digestive chez les Invertébrés par la raison que nos connaissances positives sur la manière dont digèrent ces animaux sont très imparfaites. M. Yung rappelle qu'à partir des Coelomates la fonction en question se localise principalement sur l'intestin. Chez les Echinodermes et les Vers, des groupes de cellules à ferment sont intercalés parmi les autres cellules épithéliales, mais nous ignorons quel est, chez la plupart, leur mode de répartition. Chez les Mollusques et les Arthropodes, les

mêmes cellules tendent à se ramasser en une portion du tractus intestinal ou même à se séparer de l'intestin pour former des glandes digestives distinctes déversant leurs produits de sécrétion dans la cavité intestinale par l'intermédiaire de canaux vecteurs. Nous savons aujourd'hui que le prétendu *foie* des Crustacés et des Mollusques est un *hépato-pancréas* sécrétant à la fois plusieurs enzymes, un diastatique, un peptique, un tryptique et peut-être aussi un capable d'émulsionner les graisses, enzymes par l'intervention desquels sont rendus solubles les hydrates de carbone et les albuminoïdes, en sorte que cet hépato-pancréas n'est pas comparable aux glandes salivaires, stomacales, pancréatique ou hépatique d'un mammifère supérieur prises en particulier, mais bien à toutes ces glandes à la fois.

Depuis 13 ans que Krukenberg a essayé de dresser le tableau évolutif de la digestion à travers la série des êtres aucun progrès n'a été réalisé. Aussi M. Yung a-t-il été conduit à entreprendre de nouvelles recherches dans cette direction ; elles ont porté jusqu'ici sur les Poissons et les Amphibiens. Il a trouvé que les premiers ne sont guères supérieurs aux Mollusques au point de vue de leur travail digestif. Chez la plupart des Téléostéens on ne rencontre pas encore de glandes salivaires, ni de pancréas distincts et même dans certaines familles il n'existe pas non plus d'estomac à proprement parler. Pourtant la digestion s'effectue? C'est que les cellules digestives sont présentes, mais elles sont encore disséminées parmi les cellules épithéliales sur à peu près toute la longueur de l'intestin.

M. Yung cite comme exemple de cette dissémination les Cyclostomes et les Cyprinoïdes. Chez d'autres, une

tendance à la localisation des cellules à diastase dans la première portion de la région antérieure et des cellules à pepsine dans la seconde portion est manifeste. C'est un acheminement vers un état de choses qui ne se perfectionne que chez les Sélaciens. Chez d'autres encore, nous voyons dans la portion de l'intestin moyen qui correspond au duodénum de l'Anatomie des Mammifères, se déverser deux liquides, l'un, semblable à la bile, émulsionne les graisses ; l'autre, semblable au suc pancréatique, dissout les albuminoïdes en milieu alcalin. Il faut donc admettre que chez ceux-ci, alors même qu'on ne distingue macroscopiquement aucun pancréas, il se trouve des amas de cellules à trypsine mêlés au tissu du foie, conjecture autorisée par la démonstration donnée par le P. Legouis de l'existence d'un pancréas diffus chez beaucoup de Téléostéens. Enfin, on peut citer parmi ces derniers quelques espèces comme le Brochet et l'Anguille des différenciations voisines de celles des Sélaciens. (A propos de ces Poissons, voir plus loin (page 464) les conclusions des expériences de M. Yung).

M. Yung, énumère encore ce que lui ont appris les Amphibiens et les Reptiles, mais ici les renseignements actuels sont de nature à prouver que l'évolution de la fonction digestive n'est pas régulièrement progressive. Toutefois, la marche de cette évolution consiste toujours dans des concentrations de mieux en mieux définies des cellules fabricant une seule espèce de ferment, de telle sorte que l'état de groupement sous lequel on les rencontre chez les Mammifères ne s'est réalisé que petit à petit. M. Yung ajoute, en outre, quelques indications plus hypothétiques sur la différenciation des ferments eux-mêmes.

M. His, prof. à Leipzig, a eu l'occasion d'examiner le corps d'une jeune femme au début d'une grossesse.

La femme, âgée de 30 ans, après avoir mis au monde 10 enfants, déclara ne plus vouloir survivre à une onzième grossesse. Elle attendit le retour de sa période pendant 2 semaines, sur quoi elle se noya dans la soirée du 14me jour. Ces dates étant très précises, la durée de la grossesse se calcule à 14 + X jours. Le chiffre X doit être ajouté pour le nombre des jours compris entre l'émission de l'ovule et la date régulière de la période à venir. Le terme de l'émission peut précéder celui de la période de 1 à 3 jours. La durée effective de la grossesse, datée depuis l'imprégnation de l'œuf ne peut donc être fixée que d'une manière approximative, de 15 à 17 jours.

L'utérus en question contenait un embryon de 3.1mm, dont M. His présente quelques dessins.

M. His dit encore quelques mots sur l'état de la muqueuse utérine et sur les changements qui accompagnent la formation des caduques. Il appuie sur ce fait, que la muqueuse est traversée par un certain nombre de petites cloisons d'un tissu plus solide que le reste. Ces cloisons contiennent les artères de la muqueuse.

M. le prof. A. Lang, de Zurich, présente un grand nombre de préparations faites par le Dr Standfuss, de Zurich, pour démontrer les rapports entre la couleur et le genre de vie des grands papillons *paléarctiques* (voir *Viertelj. der Natur. Ges.*, Zurich, XXXIX, 1894).

M. Lang a fait des essais pour élever des escargots (*Helix pomatia* L.) sinistrogyres. En 1894, sur sept individus sinistrogyres, on obtint 241 jeunes, tous dextro-

gyres. La même expérience renouvelée en 1895 avec neuf escargots sinistrogyres a donné le même résultat, c'est-à-dire des jeunes au nombre de 535, tous normaux (dextrogyres).

Le comte EBERHARD DE ZEPPELIN-EBERSBERG fait la communication suivante relative au *lac de Constance*: Les gouvernements des 5 États voisins du lac de Constance, ont décidé la publication d'une nouvelle carte de ce lac, et à cette occasion ils ont confié les recherches scientifiques à une Commission composée d'hommes compétents. Les rapports seront imprimés dans les publications de la *Société pour l'étude du lac de Constance et de ses environs* sous le titre de « Recherches sur le lac de Constance. » Dans les deux livraisons les plus récents mémoires ont paru [1] les 7 premiers ; dans quelques semaines sera publié le rapport sur le développement de la faune dans le lac de Constance par M. le docteur Bruno Hofer privat-docent à l'Université de Munich.

Immédiatement avant mon départ pour Zermatt, en ma qualité de président et rédacteur de la dite Commission, j'ai reçu de la part du docteur HOFER le commencement de son manuscrit et j'ai l'honneur de vous faire en son nom une courte communication sur le *plankton* du

[1] Dans le cahier pour 1893. *I*. Géographie du lac de Constance. *II*. Des recherches anciennes et nouvelles sur le lac et des cartes publiées. *III*. La région hydrographique du lac (ces 3 notices du Comte de Zeppelin). *IV*. Température de l'eau. *V*. Transparence de l'eau. *VI*. Seiches (du D[r] A. Forel). *VII*. Recherches chimiques sur l'eau et la terre du fond (D[r] Bauer, D[r] Vogel, D[r] John). — Les prochains fascicules comprendront : la géologie du lac par le D[r] Nenck; la flore par le prof. Schröter et le D[r] Kirchner, notices historiques du C[te] de Zeppelin.

lac de Constance. L'auteur démontre, qu'on ne trouve le *plankton* que dans des couches d'eau d'une profondeur de 30 à 35 mètres au plus. M. le docteur Hofer, comme il me l'écrit, a confirmé ces résultats par des constatations analogues faites dernièrement dans le Königssee, Starnberger, Kochel et Walchensee. Comme cette limite inférieure de l'existence des animaux dans le lac de Constance concorde avec la limite inférieure (trouvée par Forel), de l'action de la lumière sur les appareils photographiques plongés dans l'eau de ce lac, Hofer conclut que l'existence du *plankton* est liée à un certain degré de clarté. Il en est sûrement de même dans tous nos autres lacs.

M. Hofer promet de donner nne preuve plus certaine de cette hypothèse dans la suite de son ouvrage qui ne m'est pas encore parvenue et sans doute il expliquera aussi une exception apparente qui s'est présentée à lui dernièrement dans le lac Tegern où le plankton descend beaucoup plus bas que la limite ordinaire, presqu'à 65 m. Le lac de Tegern est un lac tout plat, la plus grande partie de son fond se trouve au-dessus du niveau de 30 m. Il appartient donc à la catégorie des lacs peu profonds du nord de l'Allemagne, lesquels sont habités jusqu'au fond par du plankton. Une autre remarque intéressante de M. Hofer est que le plankton dans le lac de Constance est, comme cela a été remarqué dans les lacs de Genève et de Zurich, pauvre en espèces, comparativement à la richesse des régions côtières. Le docteur Hofer n'a trouvé que 13 espèces, parmi lesquelles *Asplanchne helvetica*, abondante près des côtes, surtout dans la baie entre Lindau et Bregenz, très rare en pleine eau. Cette pauvreté en espèces est compensée par une grande richesse d'indi-

vidus (observation déjà faite par Forel dans d'autres lacs profonds). Les lacs profonds d'une manière générale, sont toujours pauvres en plankton comparativement aux lacs à fond plat et aux étangs du nord de l'Allemagne. Les chiffres cités par le docteur Hofer le prouvent.

M. le prof. Henri Blanc expose, s'aidant de graphiques ad hoc, les résultats d'une *série de pêches pélagiques* faites en 1894 et 1895 dans le Léman pour étudier la distribution verticale et horizontale du plankton, ainsi que sa composition à différents moments de l'année. Pour que la comparaison des masses de plankton recueillies ait quelque valeur, la méthode suivante a été scrupuleusement suivie : Un filet de soie ayant comme diamètres 30 cm. d'ouverture et 6 cm. de surface de réception, a été promené toute l'année 1894, en général le 1er et le 15 de chaque mois, à la même heure, pendant cinq minutes, toujours dans la même région (à 500 mètres du rivage, par 50 mètres de fond) à la surface, à 20 m. et à 40 m. de profondeur; la température étant prise à chaque opération. Le matériel recueilli, fixé à l'alcool, a été chaque fois mesuré dans une éprouvette graduée $^1/_{10}$ cm^3, puis étudié et apprécié soit à la loupe, soit au microscope. Faisant la comparaison des masses de plankton ainsi obtenues en 1894 avec celles provenant de quelques pêches opérées en 1895 à 500 m. et à 1000 m. du rivage, il est permis de tirer les conclusions suivantes :

Il y a du plankton vivant partout et pendant toute l'année dans le lac Léman, mais il est loin d'être uniformément réparti soit verticalement, soit horizontalement ; c'est-à-dire que par 50 m. de fond, c'est à 20 m. au-dessous de la surface qu'il existe en plus grande quantité ;

par 100 m,, de fond, c'est alors à 40 m., et quelle que soit la profondeur, il y en a toujours davantage au large que près du rivage. La profondeur exerce une certaine influence sur la répartition du plankton, il en est de même du voisinage de la côte. Tandis qu'au large, plantes et animaux abondent surtout pendant les mois chauds de l'année pour diminuer en hiver, près du bord, c'est pendant les mois de février, mars et avril que le plankton est le plus important. Cette différence est très probablement due à l'action de courants persistants qui, pendant l'été, marchent de la côte au large et en sens inverse à la fin de l'hiver et au printemps. Outre ces variations de longue durée dues aux courants, et par conséquent à des différences dans la température, les quantités de plankton recueillies à la surface, à 20 m. et à 40 m. de profondeur, peuvent varier d'un mois à l'autre, voire même de quinze en quinze jours. Ces dernières variations ont pour cause la multiplication rapide de telle ou telle espèce animale ou végétale, la disparition plus ou moins complète de telle ou telle autre. Elles sont dues encore à certaines migrations actives et passives qu'effectuent certains Crustacés, des Cladocères en particulier.

Voici une liste provisoire des espèces animales les plus fréquentes qui se rencontrent à peu près toute l'année dans le plankton du Léman.

Protozoaires.

Acanthocystis Lemanii, Penard.
Actinophrys Sol, Ehrenb.
Dinobryon sertularia, Ehrenb.
Dinobryon stipitatum, Stein.
Diplosiga frequentissima, Zach.
Malomonas acaroïdes, Zach.
Peridinium tabulatum, Ehrenb.

Ceratium hirundinella, O. F. M.
Coleps viridis, Perty.
Vorticella convalaria, Lin.

Rotateurs.

Asplanchna helvetica, Imhof et Zach.
Anouraea cochlearis, Gosse.
Notholca longispina, Kelicott.
Polyartha platyptera, Ehrenb.
Bipalpus vesiculosus, Wierzcjski et Zach.

Crustacés.

Diaptomus gracilis, G, O. Sars.
Diaptomus laciniatus, Lilljeb.
Cyclops strenuus, Fischer.
Bosmina longirostris, O. F. M.
Daphnia hyalina, Leyd.
Daphnia longispina, Müll.
Sida cristallina, O. F. M.
Bytothrephes longimanus, Leyd.
Leptodora hyalina, Lilljeb.

M. H. Goll. *Ossements éocènes.*

Les ossements fossiles que j'ai recueillis aux gisements de la Débruge à Saint-Saturnin-les-Apt (Vaucluse), consistent en fragments de squelettes provenant de grands Mammifères de la faune éocène. Ces gîtes fossilifères se trouvent à deux mètres du niveau dans une couche de marne foncée à argile et à lignite accompagné de sable gypsifère verdâtre. Pour extraire ces ossements, on a fait des fouilles en plusieurs endroits qui se trouvent dans des galeries de 8 à 10 m. de long et de 2 à 3 m. de large, dont les parois et les voûtes sont soutenues par des poutres et des planches.

L'extraction de ces fossiles est rendue assez difficile par le contact de l'air qui rend cette roche argileuse en séchant, friable, et une bonne partie se brisent pendant leur

extraction. A la flamme, cette terre noire répand une odeur assez forte de bitume; voilà pourquoi il y a seulement quelques années que des campagnards de cette contrée ont exploité cette roche avec son contenu précieux de fossiles, comme matière combustible, croyant de faire une exploitation commerciale, mais sans avoir obtenu aucun succès dans cette entreprise. Ces ossements consistent en partie des mâchoires avec leur dentition complète, des bassins, des vertèbres, tibias et fibulas, astragales et calcaneum, os phalangiens, etc., appartenant à l'ordre des Perissodactyles ou Ongulés de grande taille, comme fragments de Palæotherium magnum, minus, medium, curtum et crassum de l'éocène inférieur et moyen, de Lophiodon et d'Anoplotherium, Paloplotherium et Anthracotherium magnum, ce dernier du numulitique ou éocène supérieur; le Xiphodon, Cænotherium, Chæropotamus, l'Acotherulum Saturniumn, le Plerodon et les hipparions du miocène inférieur. Ici cette faune locale a traversé trois systèmes géologiques, en commençant par le plus ancien, l'éocène moyen ou l'âge de Lophiodon, l'oligocène ou l'âge des Paleothéridés et le miocène inférieur ou l'âge du Rhinoceros. Il y a ici des formes transitoires vraiment curieuses, entre des Artiodactyles ou Ongulés à doigts pairs, et les Pachydermes ou plutôt les Suïdés.

Ces passages vraiment ambigus dans cette faune éocène font reconnaître des parentés si remarquables qu'il faut chercher les ancêtres de nos animaux actuels très en arrière des temps géologiques; comme les Tapirs provenant des Lophiodons, nos Suïdés des Paleotherium et enfin les ruminants et notre cheval domestique seraient une forme transitoire en premier lieu du Paleoplotherium et ensuite de l'hipparion avant de devenir cheval. L'An-

thracotherium, qui est aussi représenté ici avec ses puissantes molaires, formerait un passage dans les carnivores.

Cette faune éocène de Saint-Saturnin-les-Apt, si curieuse par sa grande richesse en nouvelles formes de grands vertébrés, était déjà en partie connue du temps de Cuvier, mais très imparfaitement exploitée, ce n'est que dans les temps récents qu'on s'est mis à l'œuvre pour mettre au jour ces rares trésors.

Les gisements de la Débruge, quant à certains genres d'animaux qu'on a trouvés jusqu'à présent, correspondent avec ceux du gypse de Montmartre, ensuite comme terrain géologique avec notre flysch inférieur en Suisse ou notre rigian ou Rigischichten de Kaufmann, et comme gisement fossilifère avec nos Bolmerz-fossilien d'Egerkingen du Jura soleurois. En France, les géologues ont fait de ce gisement le sous-étage de ludésien ou priobonien.

M. le professeur Émile Yung expose les recherches sur les *phénomènes de la digestion chez les Squales* qu'il a faites pendant les étés 1894 et 1895 dans le laboratoire de Zoologie expérimentale de Roscoff. Les installations de ce laboratoire lui ont permis d'opérer sur de grands poissons *vivants*, en nombre considérable d'individus, de sorte qu'il a pu répéter ses observations relatives aux diverses espèces plusieurs fois. Il a analysé le contenu intestinal à différents moments de la digestion et il a procédé à des digestions *in vitro*, au moyen des liquides sécrétés ou d'infusions dans la glycérine des muqueuses et des glandes digestives.

Les Squales sont exclusivement carnassiers et d'une gloutonnerie excessive, en sorte qu'on les rencontre toujours en état de digestion plus ou moins active. Histolo-

giquement leur tractus intestinal est mieux différencié que chez la plupart des Téléostéens. Ils se distinguent notamment de ces derniers par deux caractères : un estomac nettement différencié de l'œsophage et de l'intestin moyen, et un pancréas distinct, situé dans le voisinage immédiat de la rate et appliqué contre la portion pylorique de l'estomac. M. Yung a étudié plus particulièrement les cinq espèces suivantes : *Scyllium caniculum, Acanthias vulgaris, Lamna cornubica, Galeus canis* et *Carcharias glaucus*. Voici les résultats de ses recherches.

1° Les Squales sont dépourvus comme les autres Poissons de glandes salivaires proprement dites. Toutefois, la muqueuse de leur cavité buccale et de l'entonnoir œsophagien possède la faculté de saccharifier rapidement l'amidon cuit, elle doit par conséquent renfermer des éléments histologiques propres à fabriquer un enzyme analogue à la ptyaline de la salive des Vertébrés supérieurs. Sa réaction est neutre ou légèrement alcaline, jamais acide. La réduction de la liqueur de Fehling est obtenue à + 18° au bout de 20 à 30 minutes.

2. La muqueuse de l'estomac se distingue macroscopiquement de celle de l'œsophage par le système de ses plis et sa coloration brune ou rougeâtre. Sa structure histologique est surtout remarquable par la présence de cellules glandulaires comparables aux *cellules de revêtement (cellules délomorphes)* des Mammifères. Sa réaction est très fortement acide chez les Squales en pleine digestion, mais son acidité faiblit peu après que l'estomac s'est vidé, et la muqueuse devient absolument neutre au bout de quelques jours de jeûne. L'analyse montre que l'acidité du suc stomacal (suc obtenu par filtration du contenu de l'estomac) est due à la présence d'acide chlorhydrique dans la

proportion de 6 à 11 pour 1000, proportion relativement énorme qui s'explique par la nécessité de décalcifier les proies ingérées (carapaces de grands Crustacés, coquilles de Mollusques, os de Sépia, etc.).

3. La muqueuse stomacale produit un enzyme semblable à la pepsine; il peptonise en effet rapidement les albuminoïdes (fibrine, albumine cuite et crue) en milieu acide. L'infusion de la muqueuse raclée sur un estomac à jeun et devenu neutre, agit encore lorsqu'on ajoute au liquide 7 à 8 pour 1000 d'acide HCl. La peptonisation a lieu à la température ordinaire mais elle est activée par une température de 36 à 40°. M. Yung n'a jamais constaté dans le contenu de l'intestin, pas plus que dans les digestions *in vitro*, de vraie peptone, mais seulement les produits inférieurs de la peptonisation, syntonine, globulines, propeptones. L'affaiblissement de l'acidité ralentit l'action peptonisante.

4. Le suc stomacal ne renferme pas de trypsine. Il n'agit pas en solution neutre sur la fibrine, comme c'est le cas au contraire chez quelques Poissons Téléostéens.

5. Le suc stomacal et l'infusion glycérique de la muqueuse stomacale, n'agissent pas davantage en milieu neutre, acide ou alcalin, sur l'amidon. Il ne contient donc pas de ferment diastique comme s'en est déjà assuré M. Richet.

6. Le suc stomacal amollit la chitine sans la dissoudre même à la température de 40°. La présence de la chitine dans les fèces des Squales comme dans celles des Téléostéens prouve sa non-digestibilité. D'ailleurs l'estomac des *Scyllium* est presque constamment rempli de Nématodes parfaitement vivaces.

7. Le pouvoir peptonisant du suc stomacal, varie

dans de larges limites d'un individu de la même espèce à l'autre, sous des conditions mal déterminées dont la principale est l'excitation due à la qualité et à la quantité des aliments. Les estimations sont basées sur la quantité de fibrine (en poids) dissoute par une même quantité de suc stomacal. Les individus de grande taille paraissent jouir d'un pouvoir digestif beaucoup plus fort que les jeunes.

8. L'infusion du tissu pancréatique préalablement trituré dans l'eau, exerce une action saccharifiante sur l'amidon au bout de 15 minutes. Cependant, cette propriété n'est pas constante. Des expériences ont fourni un certain nombre de résultats négatifs sans qu'il ait été possible d'en déterminer la cause. L'infusion agit plus régulièrement après 12 heures que lorsqu'elle est fraîche.

9. L'infusion pancréatique émulsionne les huiles.

10. L'infusion pancréatique normalement neutre ou très légèrement alcaline, n'agit pas sur la fibrine. En revanche, elle dissout lentement cette dernière, lorsqu'on l'alcalinise avec une solution de soude. Le suc pancréatique déversé dans l'intestin moyen, près du pylore ne paraît jamais être abondant, mais comme le contenu intestinal présente en cet endroit une réaction alcaline, il est possible qu'il continue l'action peptonisante du suc gastrique. *In vitro,* M. Yung a obtenu en le faisant agir sur de la fibrine, de la syntonine et des globulines, mais non des propeptones.

11. Le foie des Squales, très volumineux, ne renferme pas de sucre, ni de ferment diastatique, il contient des proportions importantes de glycogène. La bile jaune verdâtre contenue dans la vésicule biliaire est filante, légèrement alcaline, elle donne la réaction de Gmelin avec

l'acide azotique. Elle émulsionne les graisses, mais ne renferme pas de ferment diastatique.

M. le baron de Guerne, de Paris, parle de *la présence de dérivés de Céphalopodes dans l'estomac des Cachalots.*

M. Eug. Pittard. *Liquide conservateur.* — La question des liquides conservateurs pour les collections d'histoire naturelle est importante. Jusqu'à ce jour on a essayé beaucoup, sans grande réussite, on doit le dire et actuellement on en est resté à l'alcool qui a, il est vrai, de très grands avantages, notamment au point de vue histologique. Mais on en est encore à chercher pour les collections démonstratives de zoologie, musées, collections scolaires, etc. un liquide qui ait la qualité de conserver les couleurs sans nuire à la forme des animaux. Or, l'alcool décolore toutes les pièces qui y sont placées.

M. Eug. Pittard présente un liquide qu'il a expérimenté cette année même au laboratoire de Zoologie maritime de Concarneau et qui, au point de vue qui nous occupe a donné jusqu'à présent d'excellents résultats. Ce liquide qu'il appelle liquide Fabre Domergue, du nom de son inventeur (qui est directeur adjoint du laboratoire dont nous venons de parler) a la composition suivante :

Sucre blanc kilog. 2
Eau » 4
On ajoute 60 grammes de formol

On prépare quatre qualités de liquide en diluant celui-ci dans de l'eau :

Le n° 1 contient $^{1}/_{4}$ de liquide et $^{3}/_{4}$ d'eau.
Le n° 2 » $^{1}/_{2}$ » » $^{1}/_{2}$ »
Le n° 3 » $^{3}/_{4}$ » » $^{1}/_{4}$ »
Le n° 4 est pur.

Pour les animaux délicats, certains Annélides, par exemple, on commence par le n° 1 et on y laisse les animaux jusqu'à complète pénétration. On peut ensuite leur faire suivre la série jusqu'au n° 4. Pour ceux à carapace solide comme les Crustacés on peut commencer par le n° 2 ou le n° 3.

Une fois les animaux placés dans le liquide n° 4 on ajoute à celui-ci quelques fragments de camphre jusqu'à saturation.

Ce liquide est d'une réelle utilité. Des Echinodermes et des Crustacés qui y ont été plongés depuis plus d'un an ont conservé leurs couleurs admirablement. Cependant certaines espèces de Poissons, des Annélides, les Ascidies perdent leur coloration. Parmi les Poissons, le Cottus, les Plemonectes, ne varient pas. M. Pittard signale les bons résultats qu'il a obtenus avec des Céphalopodes et certains Gastéropodes. Des Actinies qu'il possède depuis quatre mois ont conservé leurs couleurs.

Il est probable qu'on arrivera à des résultats encore meilleurs après quelques inévitables tâtonnements. Si la réussite est complète il y aura lieu de transformer ces vastes nécropoles où l'on ne voit pas grand'chose et que l'on appelle les collections d'histoire naturelle.

Le prix de ce liquide est très inférieur à celui de l'alcool.

Le Prof. E. Bugnion expose les résultats des expériences de Mlle L. Egon Besser *sur la rétraction des muscles*

après la section de leur tendon (Laboratoire d'anatomie de l'Université de Lausanne, 1895).

Les expériences ont été faites sur des animaux (lapin, chien, grenouille) narcotisés jusqu'à résolution complète au moyen du chloroforme ou de l'éther. L'influence de la contractilité étant supprimée, la mesure du ventre charnu prise après la ténotomie, donne la *longueur naturelle* du muscle (c'est-à-dire la longueur du muscle ni contracté ni étiré). L'écartement des bouts du tendon sectionné, mesuré dans diverses positions des os, indique le degré d'étirement du muscle correspondant à chacune de ces positions. Il suffit pour que les résultats soient comparables entre eux, de diviser la longueur du ventre charnu rapportée à 100, par l'écartement observé. Ce quotient obtenu, on en déduit directement dans quelle proportion le muscle doit se contracter chez le vivant pour effectuer le mouvement.

Section du tendon d'Achille. L'expérience a été faite de la même manière sur quatre lapins désignés par les lettres A, B, C, D.

Le genou est maintenu immobile en extension.

L'amplitude des mouvements de l'articulation tibio-tarsienne mesurée avec le rapporteur = 140°.

Le tendon ayant été sectionné aussi franchement que possible, on mesure l'écartement des deux bouts au moyen d'une règle graduée, d'abord dans l'extension complète, puis à divers degrés de flexion (de 10 en 10 degrés) jusqu'à la flexion complète.

Nous ne donnons ici que les chiffres obtenus dans les deux positions extrêmes et dans la position intermédiaire ; l'écartement est indiqué en millimètres.

Lettres désignant les lapins :	A	B	C	D	moyennes
Extension complète (170°)	0	0	0	0	0
Position intermédiaire (100°)	11	11	11	15	12
Flexion complète (30°)	16	21	18	24	$19^3/_4$

On voit d'après ces chiffres que le gastrocnémien du lapin n'est pas étiré lorsque l'articulation tibio-tarsienne est en extension complète (écart minimum des points d'insertion): c'est dans cette position seulement que le muscle offre sa longueur naturelle. L'étirement commence avec le mouvement de flexion; il atteint 12 millimètres en moyenne dans la position intermédiaire (flexion à 100°) et 20 millimètres dans la flexion totale (à 30°).

La longueur du ventre charnu (détaché du solaire) était pour le lapin A: 50 mm., B: 65, C: 54, D: 70;

Divisons la longueur du ventre charnu rapportée à 100 par l'écartement observé; nous obtenons:

	dans la flexion à 100° :	dans la flexion à 30° :
pour A	$\frac{100 \times 11}{50} = 22$ %	$\frac{100 \times 16}{50} = 32$ %
» B	$\frac{100 \times 11}{65} = 16.92$	$\frac{100 \times 21}{65} = 32.3$
» C	$\frac{100 \times 11}{54} = 20.37$	$\frac{100 \times 18}{54} = 33.3$
» D	$\frac{100 \times 15}{70} = 21.40$	$\frac{100 \times 24}{70} = 34.3$
moyennes :	20 %	33 %

Il ressort de ce calcul que le gastrocnémien est étiré de 20 % environ, soit $\frac{1}{5}$ de sa longueur naturelle dans la position intermédiaire (flexion à 100°) et de 33 %,

soit $\frac{1}{3}$ de sa longueur dans la flexion complète (à 30°)[1]. C'est donc dans la même proportion que le muscle devenu actif, doit se raccourcir chez le vivant pour effectuer le mouvement d'extension, d'abord de 30 à 100°, puis de 100 à 170° (amplitude totale = 140°).

Ces chiffres ont été contrôlés sur le squelette au moyen de la méthode indiquée par le Dr Eugen Fick (*Archiv fur Anat. u. Entw.* 1877 p. 439).

Le muscle est représenté par un cordon dont une extrémité est attachée au tendon d'Achille, conservé à cet effet, tandis que l'autre, tendue au moyen d'un poids, glisse dans un anneau fixé dans le fémur au niveau de l'insertion. Le genou étant maintenu immobile, on fléchit successivement le pied, en passant de l'extension (170°) à la flexion complète (30°) et mesure au moyen d'un point de repère (un fil rouge, par exemple, noué sur le cordon) de combien de millimètres le cordon s'allonge au cours du mouvement.

L'expérience a été faite sur le squelette du lapin B. Les chiffres obtenus (12 mm. dans la position intermédiaire, 22 mm. dans la flexion complète) correspondent à un millimètre près aux mesures prises sur le tendon sectionné (chez le même lapin B).

[1] Valentin (de functionibus nervorum cerebralium. 1839. p. 131) indique un chiffre plus faible 26.4 %, comme exprimant la mesure de raccourcissement pour le gastrocnémien du lapin; il faut remarquer toutefois : 1° que cet auteur rapporte le raccourcissement observé non pas à la longueur du ventre charnu, mais à la longueur totale du muscle, le tendon compris; 2° qu'il prend pour base de son calcul non pas la longueur du muscle observée après la section du tendon, mais l'écartement des points d'insertion, mesuré dans la position intermédiaire. La méthode étant différente, les résultats doivent être nécessairement dissemblables.

Dans d'autres cas Mlle Besser a trouvé un écart un peu plus fort, provenant sans doute de ce que le tendon n'avait pas été suffisamment dégagé de sa gaine au moment de la section; il faut pour que les chiffres correspondent exactement que le tendon soit entièrement libéré.

Les résultats des expériences pratiquées sur le triceps fémoral du lapin, ainsi que sur divers muscles du chien et de la grenouille seront publiés ultérieurement.

E. Métral, médecin-chirurgien-dentiste, professeur à l'Ecole Dentaire de Genève. *Notes sur le carbonate de strontium et la safranine.*

Extrait : La non-toxicité du strontium et de ses composés est aujourd'hui nettement établie mais ses sels se trouvant dans la nature sous forme de carbonate et de sulfate le plus souvent unis à la baryte, il est nécessaire de les débarrasser complètement de cette dernière qui est éminemment toxique.

Le carbonate à l'état naturel est connu sous le nom de strontianite, on en trouve à Strontian en Ecosse et à Salzbourg en Autriche; les eaux de Vichy, de Carlsbad et même les eaux de la mer en contiennent une certaine proportion.

Réaction faiblement alcaline, densité 3,60 à 3,71, isomorphe avec l'aragonite, cristallise sous forme de prismes orthorhombiques. On l'obtient pur en faisant passer du gaz carbonique dans une solution d'hydrate de strontiane ou mieux en traitant le sulfate de strontiane par des solutions de carbonates alcalins.

Ce composé se présente sous la forme d'une poudre d'un blanc éclatant, très douce au toucher, à réaction très légèrement alcaline, insipide et inodore.

Densité 3,55, soluble dans 12,500 parties d'eau froide, plus soluble dans l'eau chargée d'acide carbonique, inaltérable à l'air, résiste à la chaleur rouge et fond à une température plus élevée en perdant peu à peu son acide carbonique.

Ce sel était jusqu'ici sans emploi médical, ses propriétés m'ont conduit à l'expérimenter comme dentifrice et les raisons suivantes me le font préférer aux corps employés pour cet usage.

1° Son pouvoir détersif ou usant est intermédiaire entre celui des carbonates de chaux et de magnésie dont l'action est trop faible et celui de la pierre-ponce qui raye les dents dont l'émail est de mauvaise qualité. Ceci est démontré par de nombreuses expériences sur des dents extraites soumises à l'action de la brosse imprégnée de ces différentes substances.

2° Sa réaction légèrement alcaline est un avantage, les acides étant la cause initiale de la carie.

3° Son emploi est agréable par ce fait qu'étant onctueux il s'attache à la brosse et aux dents sans présenter l'inconvénient de certaines poudres qui se répandent dans la bouche, pénètrent dans le pharynx et y déterminent une sensation de chatouillement, la toux et parfois même des nausées.

4° Les sels de strontium paraissent exercer une action conservatrice et antiputride sur les tissus, les liquides et les excretas organiques (Expériences du Dr Laborde).

Le carbonate de strontium peut parfaitement s'employer seul, mais je préfère l'associer à un corps antifermentescible tel que la fleur de soufre. Un mélange parties égales donne une poudre dentifrice parfaite à tous égards.

On peut également obtenir une excellente pâte dentifrice avec le carbonate de strontium [1].

Chlorhydrate de safranine (phénosafranine).

Le produit que j'ai employé est la safranine B extra de la société badoise à Ludwigshafen s/Rhin. — C'est une matière colorante qui appartient au groupe des azines substituées à l'azote azinique, elle se rattache par ses propriétés antiseptiques aux pyoktanines. La constitution de la safranine a été établie récemment par le Dr G. Jaubert, elle répond à la formule développée suivante :

N

H_2N N NH_2Cl

En solution dans l'eau et l'alcool elle donne une belle coloration rouge vif fluorescente. Si on met les solutions aqueuses en présence du pus elles en atténuent la virulence et sont décolorées.

La safranine n'a jamais été employée en médecine. Je m'en suis servi pour colorer les poudres, pâtes et élixirs dentifrices, estimant qu'il vaut mieux avoir recours à une substance douée de propriétés antiseptiques qu'à des colorants sans action comme ceux employés dans ce

[1] Le carbonate de strontium que j'ai employé m'a été obligeamment fourni par M. Paraf-Javal, chimiste à Paris.

but. — La quantité à employer dans les élixirs, vu la puissance de coloration, ne doit pas dépasser 0,03 centigr. pour 150 gr. Je me sers pour colorer les poudres et pâtes d'une solution alcoolique $^1/_{1200}$ dont quelques gouttes suffisent. La poudre de strontium pur prend une délicate couleur rose clair incomparablement plus belle que celle obtenue par tout autre produit.

La poudre strontium et soufre prend une belle couleur saumon. Ces préparations ne tachent ni le linge ni les brosses comme le font la cochenille et le carmin.

Le pharmacien se trouvera bien de son emploi car la coloration uniforme s'obtient avec une facilité extraordinaire. Il n'est pas nécessaire de triturer longuement comme c'est le cas avec les autres corps.

M. le Dr Gross fait une communication sur les ***anomalies dactyles.*** Elles se présentent sous diverses formes, qu'on désigne sous les noms de polydactylie et d'ectrodactylie, suivant que le nombre des doigts et des orteils est supérieur ou inférieur au nombre normal. Après quelques généralités sur ces anomalies, M. Gross parle des cas spéciaux qu'il a eu l'occasion d'observer dans sa clientèle et montre les photographies de ces difformités. En voici la liste : 1° L'avant-bras droit d'une jeune fille, qui n'a que 10 cm de long environ et se termine par un moignon (amputation intrautérine). 2e La main droite d'un adulte présentant un pouce supplémentaire, privé de mouvements propres et qui ne se meut qu'avec le vrai pouce. Les deux métacarpiens sont intimément soudés ensemble par leur base (métacarpe bifurqué de W. Gruber). 3e La main gauche et le pied droit d'un jeune enfant qui chacun n'ont que 3 doigts, tandis que les autres membres sont

normaux. 4e Les pieds d'un jeune homme dont les 4 premiers orteils sont soudés deux à deux et le 5e est libre. Au 3e orteil gauche est accolé un petit orteil supplémentaire muni d'un ongle crochu.

Les causes de ces anomalies dactyles sont nombreuses et de différente nature. La *syndactylie* s'explique très bien par un arrêt de développement, puisque l'on sait que pendant les premiers temps de la vie fœtale les doigts sont palmés et que c'est vers le 75e jour seulement que le pouce se sépare des autres doigts. L'*ectrodactylie* peut être causée par un accident intrautérin (fracture, ligature, compression, etc.). Quant à la *polydactylie* elle peut être considérée comme le résultat d'une organisation défectueuse et d'un trouble survenu pendant la vie fœtale. Elle se rencontre, en effet, le plus souvent chez des individus difformes, rachitiques et goitreux.

M. le prof. Th. STUDER, de Berne, présente le rapport sur la *Société zoologique*[1].

Géologie.

Président : Sir John LUBBOCK, de Londres.
Secrétaire : Dr TOBLER, de Bâle.

C. Schmidt. Géologie de Zermatt et sa situation dans le système alpin. — C. Schmidt. Géologie du massif du Simplon. — H. Schardt. Nouveaux gisements du terrain cénomanien et du gault dans la vallée de Joux. — D. Rob. Sieger (Vienne). Formation des causses dans les glaciers (Karstformen der Gletscher). — H. Schardt. L'âge de la marne à Bryozoaires et la coupe du néocomien du Collaz près Ste-Croix.

Dans la première assemblée générale, M. le prof.

[1] Pour ce rapport, dont nous n'avons pas reçu d'analyse et qui d'ailleurs est d'ordre plutôt administratif, nous renvoyons aux *Actes de la Société helvétique.*

C. Schmidt, de Bâle, fait une communication *sur la géologie de Zermatt et sa situation dans le système alpin*, et présente en même temps à la Société 4 profils d'ensemble à travers les Alpes, qu'il a composés soit d'après des données déjà connues soit d'après ses propres observations. Ces profils ont été établis à l'échelle du 1 : 200000 puis agrandis 12 fois; 3 d'entre eux sont à peu près transversaux du nord au sud: 1° Cham, Rigi, Axenstrasse, Windgälle, Andermatt, Airolo, Campolungo, Bellinzone, Lugano, Pedrinate vers Côme (voir Livret-Guide géologique en Suisse, Lausanne 1894, Pl. VIII. Fig. 1). — 2° Malters, Pilate, Sarnen, Brunig, Grimsel, Nufenen, Cima rossa, Baveno, Domodossola, Mt-Orfano, Mt-Motterone, Arona. (voir Livret-Guide Pl. VIII. Fig. 6). 3° Semsales, Moléson, Gummfluh, Col de Pillon, (voir Livret-Guide. Pl. X. Fig, 1.) Diablerets, Ardon, Evolène, Grand Cervin, Zermatt, Mt-Rose, Alagna, Scopa, Borgosesia, Romagnano. Le 4me profil est orienté de l'est à l'ouest passant par le Buet, le Mt-Blanc, la Dent Blanche, Randa, le Simplon, le Mt-Cistella, Baceno, Peccia, Faïdo, Aquila, le val Misocco, le val S. Giacomo, l'Aversthal, Cresta et le Piz Platta.

Le caractère géologique de la région de Zermatt est exposé sur les profils 3 et 4. Tous les auteurs sont d'accord sur les couches qui affleurent dans cette région et la façon de les classer. Nous avons: 1° un gneiss œillé à mica vert (Gneiss d'Arolla) qui forme à l'ouest le massif de la Dent Blanche et du Weisshorn, ainsi que les 1000 m. supérieurs du Cervin et dont les bancs présentent dans les grandes lignes une faible inclinaison vers l'ouest. Sous ces gneiss puissants parfois de 1200 m., reposent: 2° des phyllades calcaires, des calcaires cristallins, des schistes

argileux avec grains de quartz etc., avec des dolomies, des cargneules, des quartzites et du gypse qui forment soit le toit, soit le mur de ce complexe. En outre une série de roches basiques métamorphiques, d'origine éruptive, s'intercalent dans tout le système ; ce sont des schistes verts, des serpentines, des gabbros. 3° Des gneiss, qui forment en particulier la voûte du Mt-Rose et la partie supérieure du Gornergrat, reposent en concordance sous les cargneules et les quartzites, c'est-à-dire les couches les plus anciennes du complexe 2.

Tandis que Giordano et Diener considèrent cette succession comme une série normale de l'archéen, M. Schmidt, d'accord avec Gerlach, fait rentrer le système des phyllades et des schistes verts dans les formations mésozoïques et spécialement dans le trias supérieur et le jurassique inférieur (voir Livret-Guide. C. Schmidt pag. 139). Suivant cette hypothèse nous aurions l'anticlinal de gneiss du Mt-Rose dirigé du sud-ouest au nord-est, puis le synclinal mésozoïque de Zermatt incliné vers l'ouest et recouvert par le flanc sud-est de l'anticlinal de gneiss de la Dent Blanche. La nature pétrographique des formations considérées comme mésozoïques pourrait frapper à première vue. Cependant Escher et Lardy ont trouvé en 1842 au Nufenenpass, dans une roche très cristalline, des restes indubitables de Belemnites et depuis lors de nombreuses trouvailles semblables ont été faites dans toute la zone centrale des Alpes et l'on obtient en outre des preuves certaines de l'âge relativement récent des schistes de Zermatt en étudiant leur position géologique et leur prolongation soit vers l'est, soit vers l'ouest.

Les profils d'ensemble qu'il expose permettent à M. Schmidt de donner une idée générale de tout le système

de nos montagnes. Le profil qui suit la ligne du Gothard montre nettement les zones successives, d'abord celle de la molasse, puis celle des hautes Alpes calcaires du nord sous lesquelles surgissent en complète discordance les roches cristallines du Gothard et du massif de l'Aar. Au sud de ces schistes cristallins redressés verticalement l'on traverse le synclinal des schistes mésozoïques du val Bedretto et ensuite l'anticlinal des gneiss du Tessin qui supportent en concordance les formations mésozoïques. Cet anticlinal forme une voûte étalée qui s'abaisse brusquement vers le sud et le gneiss supporte ici un complexe des schistes séricíteux fortement redressés. Ces schistes de la région des lacs sont recouverts par des nappes horizontales de porphyres permiens et des sédiments mésozoïques légèrement plissés qui forment la zone des Alpes calcaires du sud en facies méditerranéen, Enfin l'on retrouve sur les bords de la plaine lombarde l'équivalent de la zone molassique du nord, quoique moins développé qu'au nord.

Ces mêmes zones successives se montrent plus ou moins dans les autres profils à travers les Alpes, avec cette différence que, depuis le lac de Thoune vers l'ouest, il s'intercale entre la zone de molasse et celle des Alpes calcaires une large zone de sédiments aussi curieux par leur facies que par les conditions de leur gisement. Cette zone forme les Préalpes romandes. A l'est du lac de Thoune l'on ne rencontre que des lambeaux isolés de formations semblables qui reposent sur le flysch sous forme de klippes et qui semblent constituer le prolongement des Préalpes romandes.

Dans les Alpes occidentales la zone cristalline centrale est bordée au nord-ouest par la série des massifs centraux,

c'est-à-dire les massifs de l'Aar, du Gothard, du Mt-Blanc de Belledonne, du Pelvoux, etc. Ceux-ci sont tous des masses lenticulaires de schistes cristallins et de sédiments carbonifères redressés qui, là où ils gisent à une certaine profondeur, sont recouverts en discordance par des sédiments mésozoïques. Ils présentent toujours une structure très compliquée et font complètement défaut à l'est du Rhin. M. Schmidt est tenté de considérer ceux de ces massifs qui se trouvent dans les Alpes suisses comme une partie des montagnes de l'Allemagne méridionale et centrale qui aurait été entraînée dans le système alpin lors des soulèvements de la seconde moitié du tertiaire. Les roches cristallines archéennes et les sédiments carbonifères auraient ainsi fait partie des chaînes variciennes et auraient été recouverts ensuite en discordance par toute la série des formations secondaires et éogènes du facies de l'Europe centrale.

Au sud de ces massifs centraux la zone cristalline principale se poursuit à travers toutes les Alpes depuis Gênes jusqu'à Neustadt près de Vienne ; elle ne présente plus la structure caractéristique en éventail des massifs centraux susmentionnés et les bancs de gneiss et de micaschistes qui le constituent forment de simples voûtes étalées en forme de dôme qui sont séparées les unes des autres par des synclinaux de sédiments. Ces synclinaux sont tantôt parallèles tantôt perpendiculaires à la direction générale des chaînes alpines; quant aux dômes ils peuvent fréquemment se subdiviser à l'une de leurs extrémités en plusieurs anticlinaux de moindre importance. Les schistes archéens ont été entièrement recouverts par un système de schistes variés connus sous les noms de *Bündner Schiefer* ou « schistes lustrés » et qui

peuvent atteindre jusqu'à 1500 m. de puissance. Dans l'ouest des Grisons, le Tessin et le Valais, les schistes lustrés appartiennent exclusivement au trias supérieur et au jurassique ; ils reposent en concordance sur les gneiss et prennent part à tous leurs plissements ; ils n'en sont séparés que par une formation triasique de dolomies, de gypse et parfois aussi de quartzites.

Si maintenant l'on examine le 4me profil qui traverse cette zone cristalline dans le sens longitudinal l'on reconnaît une série d'autres faits intéressants ; les anticlinaux de gneiss ne présentent pas une forme symétrique ; ainsi la grande voûte du Tessin a une inclinaison faible vers le nord, tandis qu'au sud les couches plongent avec une inclinaison beaucoup plus forte. L'anticlinal de la Dent Blanche est déjeté vers l'est, et plus à l'est, entre l'Aversthal et le Tessin, l'on peut voir 4 anticlinaux successifs déjetés vers l'ouest. En étudiant les directions suivies par les synclinaux l'on peut assez facilement se faire une idée des rapports de ces différents dômes de gneiss entre eux ; ces rapports sont généralement simples, à l'exception pourtant de la région du Simplon, où les dislocations sont considérables. Gerlach a reconnu et décrit avec beaucoup de justesse ces dernières, mais depuis lors une série d'auteurs, entre autres Heim, Lory, Taramelli, Renevier, Diener les ont mal comprises. Nous avons ici un synclinal primitivement droit de schistes lustrés qui a été ensuite plissé, couché et étiré vers le nord et vers l'est ; c'est ainsi que des gneiss archéens recouvrent sur une longueur de 20 kilomètres des schistes mésozoïques ; et il est intéressant de constater que ce recouvrement colossal commence justement là où le massif du Gothard s'amincit et disparaît. Nous aurions ainsi

à voir dans les plissements compliqués du Simplon l'équivalent mécanique de l'éventail du Gothard.

L'histoire géologique de cette région centrale des Alpes et en particulier des environs de Zermatt est relativement simple. Les roches archéennes, sur la genèse desquelles nous n'avons pas encore des idées bien claires, ont conservé leur position primitive, pendant que les formations analogues au nord du Rhône ont été plissées à la fin de l'ère primaire.

Puis, pendant toute la fin de la période triasique et le commencement de la période jurassique notre région fut occupée par des mers peu profondes dans lesquelles se sont déposés les matériaux détritiques des schistes lustrés. En même temps des éruptions ont amené au jour des laves basiques qui se sont ainsi intercalées dans les schistes. Pendant toute la période crétacique et le début des temps tertiaires la région resta en repos. Cette partie intérieure des Alpes resta émergée tandis que les mers s'étendaient au nord et au sud ; et ce n'est que pendant la seconde moitié des temps tertiaires que les gneiss et les schistes furent soulevés en de gigantesques anticlinaux qui, entamés depuis lors constamment par l'érosion, sont devenus les montagnes aux formes majestueuses que nous admirons.

M. le Prof. C. Schmidt, de Bâle, rend compte à la Section de ses dernières observations sur la géologie de *la région du Simplon*[1] et expose en particulier une série de

[1] Bibliographie à consulter sur le sujet :
a) Mémoires. — 1846. B. Studer. Mémoire géologique sur la masse des montagnes entre la route du Simplon et celle du Saint-Gotthard. *Mém. de la Soc. géol. de France*. 2. *Ser. t.* 1. 2 *part*. — 1851. B. Studer. Geologie der Schweiz. *Bd. II, p. 204*

neuf profils transversaux de tout le massif partant des points suivants : Obergestelen, Ulrichen, Reckingen,

bis 226. p. 340, etc. — 1866. Scheerer. Ueber die chemische Konstitution der Plutonite. *Festschrift z. 100jährigen Jubiläum der kgl. sächs. Bergakademie zu Freiburg.* — 1871 und 1874. B. Gastaldi. Studii geologici sulle Alpi occidentali. *Mem. del R. Comitat. Geol. d'Italia, Vol. I und II.* — 1879. E. Renevier. Structure géologique du Massif du Simplon. *Bull. soc. vaud. sc. nat. XV.* — 1883. H. Gerlach. Die Penninischen Alpen. *Beitr. z. geol. Carte d. Schweiz. Lief. XVII. (Abgedruckt aus Bd. XXIII d. Neuen Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Gesellsch. 1869).* — 1883. Heim, Lory, Tarmelli et Renevier. Étude géologique sur le nouveau projet de tunnel coudé au travers du Simplon. *Bull. soc. vaud. sc. nat. XIX.* — 1885. T. Taramelli. Note geologiche sul bacino idrografico del fiume Ticino. *Boll. soc. geol. Ital. IV.* — 1890. L. Duparc et P. Piccinelli. Composition de la serpentine du Geisspfad. *Arch. d. sc. phys. et nat. Genève.* — 1891. C. Diener. Der Gebirgsbau der Westalpen. Wien. — 1891. H. Schardt. Géologie du massif du Simplon. C. R. soc. vaud. sc. nat. de Lausanne. *Arch. d. sc. phys. et nat. Genève.* — 1893. T. G. Bonney. On a secondary developement of biotite and hornblende in crystalline schists from the Binnenthal. *Quart. Journ. Geol. soc. London XLIX, p. 104-113.* — 1893. T. G. Bonney. On some schistose « Greestones » and allied Hornblendic schists from the Pennin Alps. *Quart. Journ. Geol. soc. London XLIX, p. 94-103.* — 1893. H. Schardt. Gneiss d'Antigorio. *Ecl. geol. helv. Vol. IV. No. 1. (Arch. d. sc. phys. et nat.).* — 1894. L. Duparc et L. Mrazec. Note sur la serpentine de la vallée de Binnen (Valais). *Bull. de la soc. franç. de Minéralogie, t. XVI, No. 8.* — 1894. Livret-guide géologique dans le Jura et les Alpes de la Suisse. Lausanne, Payot, p. 136-142, p. 190-193, p. 226-232. Pl. VIII, fig. 6, Pl. X, fig. 5. — 1895. Stefano Traverso. Geologia dell' Ossola. Genova. — 1895. H. R. Zeller. Ein geologisches Querprofil durch die Centralalpen. Inaug. Diss. Bern.

b) Cartes. — Topographische Karte der Schweiz. (Siegfried-Atlas.) 1 : 50,000. 496 (Visp), 500 (St-Niclaus), 553 (Mischabel), 535 (Zermatt), 534 (Saas), 501 (Simplon), 497 (Brieg), 494 (Binnenthal), 498 (Helsenhorn). — Geologische Karte der Schweiz. 1 : 100,000. Bl. XXII. (Martigny-Aosta.) Bl. XXIII. (Domodossola-Arona.) Bl. XVIII. (Brieg-Airolo.)

Blitzingen, Fiesch, Grengiols, Schlucht, Brieg et Mund, dans la vallée du Rhône. Il constate en commençant que dès que l'on admet une classification stratigraphique rationnelle et que l'on considère comme équivalents les horizons qui le sont réellement, la structure géologique de la chaîne en découle naturellement. Les nouvelles observations de l'auteur confirment en ce point l'interprétation qu'il en a donnée dans la carte géologique générale de la Suisse de 1894 et dans un profil d'Ulrichen à Domodossola (Livret-guide géologique, Pl. VIII, fig. 6).

Les *schistes cristallins anciens* de la région appartiennent au versant sud du massif de l'Aar, à l'extrémité ouest du massif du Gotthard et à la zone gneissique médiane des Alpes. La zone de protogine du *massif de l'Aar*, qui très nettement limitée vers le sud, se poursuit depuis les Strahlhörner vers le glacier d'Aletsch jusqu'à la Maienwand, est accompagnée de schistes cristallins qui descendent jusque dans la vallée du Rhône. Parmi ces schistes et dans le voisinage de la protogine (en particulier à Bel-Alp), l'on trouve du gneiss œillé et des schistes à séricite typiques qui forment à l'ouest du glacier inférieur du Fiesch une zone large de 4 kilomètres. Ces schistes à séricite (voir Fellenberg et Schmidt, vol. XXI des *Matér. de la carte géol. suisse*) ont absolument le facies de roches métamorphiques de la série des porphyres quartzifères, et l'on serait tenté de les considérer, avec certains gneiss œillés, comme le facies porphyrique de la protogine. Un représentant plus récent de la série cristallophyllienne apparaît des deux côtés du Rhône sous forme de schistes grenus en bancs minces à séricite et à chlorite avec des intercalations d'amphibolites et de pierres ollaires.

Ces schistes séríciteux du bord sud du Rhône appartiennent au *Massif du Gotthard* et y représentent aussi le terme le plus récent de la série crystallophyllienne. Cette zone marginale au nord du massif du Gotthard a une largeur d'environ 3 kilomètres dans l'Eginenthal, puis elle se rétrécit vers le sud-ouest et disparaît en même temps que le massif lui-même vers Fiesch. Le cœur du massif du Gotthard est entièrement constitué ici d'un gneiss œillé à deux micas qui montre plusieurs degrés d'écrasement. M. H.-R. Zeller identifie, probablement avec raison, ce gneiss avec le gneiss de Gamsboden, que l'on retrouve plus loin vers l'est dans le même massif. Il faut en tout cas le considérer ou bien comme un gneiss d'origine éruptive très ancien (cf. gneiss d'Antigorio), ou comme un granit dynamométamorphisé de la fin de l'ère primaire (protogine) et la désignation Gns (gneiss supérieur), employée sur la feuille XVIII de la carte géologique suisse est certainement à rejeter. Du côté du sud les gneiss œillés sont bordés le plus souvent directement par les schistes lustrés mésozoïques, plus rarement par une zone étroite de schistes micacés et séríciteux.

Il est possible de subdiviser les masses considérables de schistes cristallins anciens qui forment la *zone gneissique médiane des Alpes*. Nous avons tout d'abord un complexe de schistes relativement récents, nettement stratifiés, présentant des variations très caractéristiques quant à leur constitution minéralogique et chimique et que nous pouvons considérer comme primitivement sédimentaires. L'on y trouve surtout des micaschistes, des gneiss à grain fin, des gneiss et des schistes à amphibole, des cipolins et en outre des schistes à grenat, à staurolithe et à

disthène. Les gneiss à bancs minces passent à leur partie inférieure à des gneiss œillés à gros grains dont le type le plus connu est le gneiss d'Antigorio.

Outre ces roches archéennes l'on trouve dans la région du Simplon des *sédiments mésozoïques* toujours fortement métamorphisés. Ce sont des dolomies et des cargneules qui en forment la base et il faut rapporter à cet horizon en particulier les célèbres dolomies cristallines du Binnenthal et les gypses du Jaffischthal, de Termen, de San Bernardo dans le Val Cherasca, de Brieg, etc... Ces dolomies triasiques prennent souvent l'aspect de marbres archéens (vieille caserne, au-dessous de Trasquera, au-dessus de Crevola sur la route du Simplon, dans le groupe de le Cistella alta, à l'Alpe Veglia, à l'Alpe Devero etc..) Mais on peut toujours les reconnaître par leurs relations avec les gypses ou les schistes lustrés. Les gneiss, qui supportent les dolomies, sont fréquemment désagrégés à la surface, ils prennent ainsi l'aspect d'une brèche et il semblerait qu'ils ont été travaillés par les eaux courantes avant le dépôt de la dolomie, mais l'on ne trouve nulle part la moindre indication d'une discordance entre ces deux formations.

En général l'on voit reposer directement sur la dolomie ou même s'intercaler entre les bancs de celle-ci des micaschistes gris verdâtres qui semblent correspondre aux Quartenschiefer des Alpes glaronnaises. Cet horizon renferme, outre les types des roches déjà décrites par M. Schmidt dans le Supplément à la Livraison XXV des *Mat. pour la carte géol. de la Suisse* p. 48-52, des micaschistes riches en biotite et contenant de gros cristaux d'albite particulièrement intéressants. Gerlach a distingué sur la feuille XVIII de la carte géol. de la Suisse par des cou-

leurs spéciales dolomie et calcaire dolomitique, gypse, cargneule; en outre il a fait rentrer à tort la plus grande partie des marbres triasiques sous la rubrique « marbre cristallin » dans la série archéenne. Pour arriver à des résultats clairs il s'agit dans la région qui nous occupe de distinguer entre les marbres : 1° les marbres archéens, 2° les marbres dolomitiques du trias et 3° les calcaires cristallins intercalés dans les schistes lustrés.

M. H.-R. Zeller entre autres désigne dans un récent travail les dolomies du trias sous le nom « d'intercalations dolomitiques », tandis qu'elles forment au contraire un horizon que l'on peut suivre tout le long de la zone médiane des Alpes et qui est très précieux pour reconnaître la structure géotectonique de la région.

Les schistes mésozoïques pénètrent de l'est dans notre région formant le large synclinal du Val Bedretto. La séparation de ces schistes indiquée sur la carte géol. de la Suisse en Sk. (schistes lustrés) et Sg. (micaschistes calcaires) ne repose sur aucun fondement sérieux[1]. L'on peut en traversant la chaîne entre l'Eginenthal et Pommat se faire une idée d'ensemble de la composition de toute la zone des schistes mésozoïques. Le Faulhorn à l'ouest du glacier du Gries correspond absolument au Nufenenstock à l'est et est formé de phyllades à clintonite, de roches cornéennes noires avec grenat et zoïsite riches en bélemnites, de calcaires cristallins noirs remplis de cardinies, de quartzite à actinote etc. Au sud du glacier du Gries jusqu'au-dessus de Fruth se retrouvent ces mêmes roches

[1] Récemment M. Th. G. Bonnay arrive à la conclusion parfaitement juste « if the schists north of the Val Bedretto are Jurassic roches, so are those south of the same Valley (*Quart. Journ. of the Geol. Soc.* Vol. L. p. 300).

cornéennes noires et phyllades; au-dessous de l'hôtel de la Cascade l'on traverse une zone large de 1 kilom. de gneiss, puis le Val Formazza coupe de nouveau jusqu'à Pommat les mêmes phyllades calcaires à grenat. La zone de schistes est divisée à l'ouest de ce profil en deux parties séparées par l'anticlinal du gneiss de l'Ofenhorn et du Monte Léone. La partie nord est délimitée exactement dans ses grandes lignes sur la feuille XVIII de la carte géol. suisse et désignée par la rubrique Sk. Elle est bordée du côté nord par une zone des roches de Nufenen nettement développée jusqu'à Brieg mais allant toujours en s'amincissant vers l'ouest. L'on y trouve un grand nombre de fossiles jurassiques sur le versant nord du Faulhorn, des Ritzenhörner et du Merzenbachschien, dans le Rappenthal, à Ausserbinn et au-dessous de Mattalp près de Termen. Ce sont surtout des bélemnites (cf. B. acuarius, B. paxillosus), des pentacrinus et des cardinies. M. Schmidt a même trouvé une coupe longitudinale très nette d'ammonite dans une roche cornéenne à zoïsite. C'est justement suivant le profil étudié par M. H.-R. Zeller que les roches désignées par cet auteur comme dépourvues de fossiles en contiennent au contraire un grand nombre. La phrase de Studer « Dans toute la région comprise entre le Rhône et les chaînes culminantes au sud depuis le St-Bernard jusqu'au Nufenen l'on n'a pas encore trouvé trace d'ammonites ou de bélemnites », sur laquelle Diener appuie d'une façon toute spéciale, n'est donc plus vraie.

Comme on peut le voir dans les profondes coupures des vallées de la Binn entre Binn et Ausserbinn et de la Saltine au-dessus de Brieg ainsi que dans de nombreux ravins, les phyllades à clintonite et les roches cornéennes

à zoïsite sont de plus en plus remplacées, à mesure que l'on s'avance vers le sud, par des roches cornéennes à grenat et finalement par des phyllades calcaires, sans que l'on puisse établir nulle part limite dans ce complexe. Les phyllades calcaires renferment dans le Binnenthal et au Tunnetschhorn des lentilles de « schistes verts » (schistes diabasiques) qui ont été décrits dernièrement par M. Bonney. Il paraît en outre très probable que les serpentines du Geisspfad appartiennent, comme l'a déjà supposé Studer, au système des schistes lustrés et forment ainsi un lambeau épargné par l'érosion et reposant sur la voûte de gneiss de l'Ofenhorn.

Les schistes qui se détachent vers le sud du synclinal simple du profil du Griespass et qui bordent le versant méridional de la voûte de l'Ofenhorn et du Monte Léone sont désignés sous le nom de « schistes de Devero. » Ils se rattachent sans aucun doute aux schistes lustrés, et constituent ici comme au nord, un complexe très caractéristique de roches cornéennes granatifères, de phyllades calcaires, etc. qui reposent sur les marbres triasiques.

Il est tout particulièrement important pour la compréhension de la tectonique du Simplon de constater que ces mêmes roches cornéennes et phyllades calcaires se retrouvent encore sous le gneiss d'Antigorio à Varzo et Baceno. Gerlach les a désignés ici par la rubrique *Sc* et considérait le gneiss d'Antigorio comme une partie d'un pli couché les recouvrant, tandis que la plupart des autres auteurs admettaient une série normale de roches exclusivement archéennes, les calcaires et les roches cornéennes étant ainsi plus anciens que le gneiss. Mais d'après les nouvelles recherches de M. Schmidt, les schistes

de Varzo et de Baceno correspondent par leur nature pétrographique absolument identique avec les schistes de Devero. Ce type de roches est essentiellement caractéristique pour la formation des schistes lustrés mésozoïques ne se trouve jamais dans la série des roches cristallophylliennes anciennes. Quant aux dislocations tectoniques formidables que cette manière de voir nous oblige à admettre, nous les trouvons exposées dans les profils de MM. C. Schmidt, H. Schardt et H. Golliez publiés dans le Livret-guide géologique. La construction du tunnel du Simplon nous fournira des éclaircissements précieux sur la nature des schistes de Varzo, mais pour le bien de l'entreprise il serait désirable que ce fût l'hypothèse de M. Schmidt et non celle des experts Heim, Sory, Taramelli, Renevier qui fût la vraie.

Il est malheureusement impossible de donner une idée générale complète de la tectonique de la région sans présenter la série de profils susmentionnée. L'auteur voudrait seulement établir ici que les formations archéennes et mésozoïques forment un seul et unique système de plissement et de recouvrement. Le profil du Simplon dressé en 1883 par M. Heim ne correspond pas aux conditions géologiques véritables de la chaîne, pas plus du reste que les esquisses schématiques publiées en 1895 par M. Traverso. M. Zeller admet des discordances entre les schistes lustrés et les gneiss. Au bord nord de la zone des schistes il s'est laissé séduire en erreur par des glissements locaux et au bord sud, au Hohsandhorn il a mal distingué entre schistes mésozoïques et schistes archéens. Par suite il considère à tort le synclinal normal de schistes compris entre le massif du Gotthard et les gneiss de l'Ofenhorn comme une zone d'affaissement entre deux lignes de fractures.

H. SCHARDT. *Nouveaux gisements de terrain cénomanien et de gault dans la vallée de Joux.* Au cours des travaux de révision de la feuille XVIe de l'atlas géologique suisse, j'ai découvert sur quatre points de la vallée de Joux des affleurements de calcaire cénomanien, accompagné, dans l'un de ces gisements, des assises du gault.

En montant du hameau de « Chez les Lecoultre, » au SW du Brassus, par le sentier conduisant au chalet du Cerney, on trouve d'abord, à quelques pas de la côte, une marne schisteuse blanc jaunâtre avec une légère teinte verdâtre, ayant quelque ressemblance avec certaines marnes purbeckiennes ou supra-portlandiennes. Les couches paraissent renversées et plongent au S E 70°, en sens contraire de l'urgonien qui est adossé contre le flanc de la côte, en plongeant NW 70°. Un massif de calcaire blanc crayeux, extrêmement fendillé est en contact avec le calcaire marno-schisteux ; il a été exploité probablement pour l'entretien de la route.

Un second gisement, visible sur une cinquantaine de mètres de longueur, existe sur la nouvelle route forestière conduisant, au N du Carroz, vers la combe des Petits-Plats proche de la frontière française. C'est le même calcaire crayeux, comme au précédent gisement. J'y ai découvert des fossiles assez bien conservés : *Inoceramus striatus*, Mant ; *Rhynchonella Grasi*, d'Orb ; *Rhynch.* spec. ; *Holaster*, spec. (jeune), etc.

Ces fossiles caractérisent l'étage rotomagien ou cénomanien inférieur.

Vis-à-vis de ces deux affleurements, sur le côté opposé de la vallée, j'ai trouvé, en aval du chemin suivant le bord de la vallée, à quelques centaines de mètres au NE et au SE de la ferme du Pré Rodet, deux autres affleure-

ments du même terrain cénomanien, ayant absolument le même facies et contenant les mêmes fossiles. Les quatre affleurements paraissent d'ailleurs appartenir à la même masse de terrain cénomanien. Ce dernier se continue évidemment sur une grande longueur sur les deux flancs de la vallée, surtout sur le flanc SE, où il s'étend probablement jusque dans le voisinage du Brassus.

Au Pré Rodet le cénomanien est renversé et plonge au NW 60° (= 120°) sous le purbeckien qui affleure à une faible distance sur le chemin des Grandes Roches du Vent. Il y a donc lieu de supposer sur ce point un pli-faille assez énergique; le contact des deux terrains ne se voit pas, mais il y a trop peu de distance pour admettre entre deux l'existence de toute la série du néocomien. A côté du gisement cénomanien du Carroz, il y a en outre, un petit affleurement de gault, représenté par une assise d'argile plastique gris noir et par une couche de sable vert jaunâtre. Ce dernier est riche en fossiles, dont j'ai déterminé environ 25 espèces, pour la plupart albiens. On sait d'ailleurs, que le gault accompagné de l'aptien a déjà été constaté au Campe près de l'Orient de l'Orbe, d'où j'ai une nombreuse série de fossiles, ainsi qu'à l'autre extrémité de la vallée près du Pont. J'ai reconnu en outre, tout récemment, la présence du gault, de l'aptien et du rhodanien au pied du Risoux, près des Rousses d'Amont. Ces terrains sont renversés, comme le cénomanien du Pré Rodet et plongent aussi sous le purbeckien.

A défaut d'affleurements, la présence des terrains argileux du gault est trahie par l'apparition de nombreuses petites sources très fraîches et constantes et qui contrastent avec la pauvreté en eau des flancs supérieurs de la vallée. Ces sources débordent ordinairement par-dessus les couches imperméables du gault.

M. le Dr Robert Sieger, privat-docent de géographie à l'Université de Vienne, présente une courte notice sur certaines formations des glaciers et des névés analogues à celles du *Karst* et des *Causses* (*Hettners geogr. Zeitschrift*, Leipzig 1895 Bd I).

Il rappelle les célèbres entonnoirs du glacier du Görner qu'Agassiz et Schlagintweit ont déjà figurés. Ces formations remarquables, qui se différencient très nettement des moulins de glaciers habituels et rappellent beaucoup plutôt les entonnoirs que l'on trouve fréquemment dans le calcaire du *Karst* autrichien et des formations semblables, ne sont du reste nullement des phénomènes isolés. Différents auteurs en ont signalé de semblables sur un grand nombre de glaciers d'Europe, d'Amérique, de la Nouvelle Zélande et des régions polaires et M. Sieger lui-même en a constaté une série dans les Alpes orientales pendant ces dernières semaines. Du reste l'on retrouve sur les glaciers un grand nombre d'autres phénomènes caractéristiques du Karst, c'est-à-dire des lapiaz, des puits naturels, des gouffres ou des abîmes, des cavités, des galeries, des vallons sans écoulement, des ruisseaux alternativement superficiels et souterrains.

Pour expliquer avec certitude cette analogie il faudrait étudier attentivement un grand nombre de cas spéciaux et c'est pourquoi l'auteur prie instamment les naturalistes présents de lui indiquer tous les phénomènes intéressants de cette catégorie qu'ils pourraient connaître.

Il voudrait pourtant insister tout de suite sur les idées suivantes : Les formes superficielles des glaciers proviennent de deux causes : 1° du mouvement du glacier, 2° de l'ablation. Les formations résultant de l'ablation sont peu durables, le mouvement du glacier les modifiant con-

stamment et les seuls cas où elles restent bien nettes sont ceux où le glacier est plat, peu crevassé et à mouvement lent. Ici c'est le fait que la glace est une substance essentiellement poreuse et facilement soluble qui supprime en grand partie l'écoulement des eaux à la surface, exactement comme cela se produit au calcaire perméable et soluble de la région des *Causses*. Il en résulte qu'il faut considérer la plupart des formations analogues au Karst que l'on trouve sur les glaciers comme des formations dues à l'ablation et à l'érosion.

Nous devons pourtant tenir compte que le mouvement de la glace modifie les points où l'ablation se fait particulièrement sentir, supprimant les uns et les remplaçant par des nouveaux, et qu'en outre la couverture de débris qui protège la glace en certains points diminue notablement l'action de l'ablation. Ainsi il paraît hors de doute que les entonnoirs qui se forment dans les parties du glacier recouvertes par des moraines sont presque toujours des fentes élargies dont les bords ont été dépouillés de la couche protectrice de débris et ont par conséquent fondu avec une grande rapidité. Enfin il est parmi les entonnoirs des régions pures du glacier un certain nombre qui ne sont que des moulins déformés par le mouvement de la glace, mais la plupart d'entre eux sont certainement le produit de l'ablation et de l'érosion.

H. Schardt. *L'âge de la marne à bryozoaires et la coupe du néocomien du Collaz près Ste-Croix.*

En étudiant le néocomien dans la partie méridionale du Jura, j'ai toujours constaté, à la base de la marne d'Hauterive, la présence d'une couche marneuse grise extrêmement riche en bryozoaires et spongiaires de petite

taille, associés presque toujours à la même faune de mollusques, de brachiopodes et de serpules.

Ce niveau est très constant dans la région du Jura comprise entre Ste-Croix, Yverdon et le Marchairuz et succède *immédiatement* au-dessus du calcaire limoniteux ou roux du valangien supérieur.

Les fossiles les plus fréquents sont:

Galeolaria neocomiensis, de Lor.

Serpula antiquata, Sow,

Terebratula sella, Sow.

Rhynchonella multiformis, Rœm, var. *grandis*.

Alectryonia rectangularis, Rœm.

Exogyra Couloni. d'Orb. (très grande).

Nodicrescis Edwardsi, de Lor.

Laterotubigera neocomiensis, d'Orb.

Heteropora Buskana, de Lor.

Cericava Lamourouzi, de Lor.

Spongiaires appartenant aux genres *Elasmostoma* (néocomiensis, de Lor.), *Siphonocœlia*, *Siphoneudea*, *Discœlia*, etc.

Cidaris muricata, Rœm et débris d'*Asteries*.

Aux environs et au S. du col de St-Cergues, cette marne à bryozoaires fait place au facies du « calcaire à *Alectryonia rectangularis* » dont les intercalations marneuses renferment de nombreux bryozoaires, des spongiaires, ainsi que les autres espèces fossiles citées ci-dessus. Ce même niveau a, selon moi, comme équivalent stratigraphique, la « marne à *Olcostephanus Astieri* » du Jura neuchâtelois et dans laquelle j'ai constaté une faune absolument semblable à celle des deux facies précédents. Ce qui me paraît surtout hors de doute, c'est que toutes les espèces sont hauteriviennes, constatation qui est en con-

tradiction avec l'âge valangien attribué à la « marne à bryozoaires » par Pictet et Campiche et avec l'opinion des géologues français qui considèrent le calcaire à *Alectr. rectangularis* et la marne à *Olcost. Astieri* comme étant d'âge valangien.

En relevant couche par couche la coupe stratigraphique du néocomien dans le ravin du Collaz, près Ste-Croix, où la marne à bryozoaires a déjà été indiquée par Campiche, j'ai pu m'assurer très positivement que cette marne est franchement hauterivienne et ne renferme *aucun* fossile valangien, bien que dans une récente notice M. Jaccard l'ait rangée dans le valangien inférieur [1].

Voici la coupe du néocomien du Collaz :

Hauterivien supérieur.	17.	Calcaire spatique grossier, glauconieux.	
	16.	Marne grise et jaune	2m
	15.	Calcaire spatique jaune	2m
	14.	Marne grise grenue, riche en fossiles	2m
	13.	Marne dure riche en panopées.	2m
Hauterivien inférieur.	12.	Marne grise homogène, riche en petits fossiles	3m
	11.	Marne grise dure	1m
	10.	Marne grise plus ou moins dure avec fossiles	8-10m
	9.	Marne grise homogène ou feuilletée, peu de fossiles	3m
	8.	Marne dure glauconieuse remplie de grands fossiles (*Fimbria, Pleurotomaria, Exogyra Couloni, Rhynch. multiformis*, etc.	0m30

[1] Contribution à la géologie du Jura. III. *Bull. Soc. Sc. nat. Neuchâtel.* XXI, 1892-93.

Hauterivien inférieur.	7. Marne gris clair homogène, peu de fossiles. (Panopées). .	3m
	6. Marne argileuse grise remplie de *bryozoaires, spongiaires, petits ostraces, Exogyra Couloni, Alectr. rectangularis, Galeolaria neocomiensis, Terebratula sella, Cidaris muricata,* etc.	3m
Valangien supérieur.	5. Calcaire lumachellique et oolithique roux, marneux au sommet, puis calcaire et disposé en dalles sur 10m environ. .	12m
	4. Marne grise avec traînées jaunes, très riche en fossiles. *(Rhynchonella valangiensis, Terebr. valdensis, Waldh. pseudojurensis* (var. valangienne) *Natica prælonga, Pterocera Desori, Tylostoma naticoïde, Apporhais valangiensis, Pholadomya valdensis,* etc. . .	5m
	3. Calcaire jaunâtre oolithique et spathique avec *Nerinea Marcoui.*	3m50
	2. Marne bleue et grise sans fossiles.	4m
Valangien inférieur.	1. Calcaire jaunâtre compact, passant au calcaire blanc (marbre bâtard)	?

Cette coupe a été vérifiée par moi à plusieurs reprises

et ainsi je puis affirmer, avec certitude, que la marne à bryozaires (couche 6) est bien hauterivienne et ne contient *aucune* espèce valangienne. La seule marne valangienne fossilifère, la couche 4, est séparée de la première par le calcaire roux (12^{m}) et ne contient, de son côté, aucun fossile hauterivien[1] ! Il n'y a donc aucune confusion possible entre ces deux assises.

Un autre gisement de la « marne à bryozoaires » a été cité par Campiche au chalet du Marais, près de l'Auberson. C'est de ce gisement que paraissent provenir la plupart des fossiles qui ont motivé la classification de cette marne dans le valangien. Comme cette station est invisible actuellement, je n'ai pu vérifier la chose. Je connais jusqu'ici cette même faune, avec toutes les espèces essentielles, des localités suivantes, où elle succède partout au calcaire roux valangien : Collaz, Noirvaux, mont de Chamblon, (Moulin Cosseau), Les Amburnex, Le Brassus.

Le facies à *Alectr. rectangularis* m'a fourni cette faune aux environs de St-Cergues (4 gisements) aux Dappes, à Crozet, au Vuache et au Salève,

Le facies de la « marne à *Olcost. Astieri* » est plutôt pauvre en bryozoaires et spongiaires, mais les autres fossiles sont les mêmes.

Je pense donc conclure de ce qui précède que *ces trois facies rentrent dans l'étage hauterivien et représentent l'équivalent stratigraphique d'une même assise.*

[1] En comparant la coupe qui précède avec celle qui a été publiée par M. Golliez en 1886. *(C. R. Soc. helv. Sc. nat. Genève. Archives Sc. phys. et nat.* 1886. XVI, 247), on constatera une étrange divergence, surtout en ce que ce géologue envisage comme l'équivalent de la « marne à bryozoaires». La couche valangienne (n° 4) figure à deux reprises dans cette coupe, au-dessus de la marne à bryozoaires, alors qu'elle est réellement *bien au-dessous* !

Botanique (supplément).

JACZEWSKI. *Étude des Tuberculacées de Suisse*[1].

Les Tuberacées sont encore peu connues relativement à l'histoire de leur développement. Leur croissance très lente et leur nature sclérotioïde ainsi que la disposition de l'hyménium les rapproche des *Penicillium*, mais à part ces traits communs, les différents genres présentent des différences très marquées. Jusqu'à ces derniers temps, on ne connaissait en Europe que peu d'espèces de Tuberacées, mais les recherches de Hesse, en Allemagne prouvent que leur rareté est très relative et ne trouve sa cause que dans la croissance souterraine de ces champignons qui donne une apparence de difficulté à les retrouver, Les Tuberacées de même que les Gastéromycètes hypogés viennent rarement à une profondeur au-dessous de 10 cm. Elles se plaisent à la lisière des bois, dans les forêts où l'accès de l'air et de la lumière n'est pas empêché. On les trouve presque exclusivement sur un terrain calcaire ou sablonneux, à des endroits ou l'herbe ne croît pas fort. Leur présence est aussi souvent révélée par des mouches spéciales qui voltigent au-dessus du sol où elles sont enterrées. En Suisse cette famille ne compte encore que 3 genres avec 12 espèces seulement. Leur diagnose comparative s'établit comme suit :

1. Peridium dur, distinct de la glèbe qui devient pulvérulente à la maturité . . . . . *Elaphomyces*.
— Peridium inséparable de la glèbe qui reste charnue 2

[1] Nous donnons ici *in extenso* la note de M. Jaczewski, qui nous est parvenue trop tard pour paraître dans notre compte rendu de la Section de botanique. — *(Réd.)*

2. Tissu stérile homogène ; spores globuleuses . . . . *Choiromyces.*
— Tissu stérile formé de deux parties distinctes; spores elliptoïdes . . . . *Tuber.*

Genre Elaphomyces Nees. — Le péridium est formé de deux couches, dont l'externe, pseudoparenchymateuse, est généralement plus ou moins verruqueuse. De la couche interne partent des veines d'un tissu flaconneux, composé d'hyphes minces, longues, lâchement enchevêtrées. Entre ces veines se trouve le tissu fertile. Les asques s'évanouissent très tôt, et dans les exemplaires de la grosseur d'un pois, les spores polygonales et encore transparentes, sont déjà libres. Les deux espèces connues en Suisse (*E. granulatus, E. variegatus*) sont assez connues dans toute l'Europe, On leur attribue une influence salutaire pour le développement des arbres aux racines desquels leur mycélium est fixé.

Genre Choiromyces Vitt. — Avec une seule espèce (*Ch. meandriformis* Vitt.) Les hyphes du péridium sont de même nature que celles de la glèbe ; seulement elles ont une disposition parallèle, sans lacunes, et se cutinisent de plus en plus à mesure qu'elles approchent de la surface. Dans l'intérieur les hyphes deviennent très sinueuses, avec de nombreuses boucles aux cloisons, et constituent des lacunes variables. Au milieu de ce tissu lâche et clair, des veines cérébriformes anastomosées et contournées indiquent la marche du tissu fertile constitué par des hyphes denses, sans lacunes, coloriés, qui donnent naissance à des séries parallèles d'asques. Ceux-ci contiennent de 1-8 spores.

Genre Tuber Micheli. — La glèbe est formée d'un tissu lacuneux fondamental au milieu duquel circulent des vei-

nes anastomosées plus foncées, constituées par des hyphes sans lacunes. Parallèlement au tissu compact s'étendent des cordons d'hyphes fertiles coloriés en jaune brun et émettant lattéralement des asques. On connaît pour le moment 9 espèces de truffes en Suisse, dont voici la clef analytique.

1. Péridium verruqueux.................. 2
— Péridium lisse...................... 6
2. Spores échinulées.................. 3
— Spores alvéolées.................... 5
3. Peridium chagriné, bosselé, couleur de rouille. Spores jaunes.................... *Tu. ferrugineum.*
— Péridium verruqueux à aspérités polygonales, spores brunes......................... 4
4. Péridium noirâtre; glèbe grise à veines rousses.......... *Tu. brumale.*
— Péridium d'un noir roux; glèbe noire violacée ou rougeâtre, marbrée de fines veines blanches................. *Tu. Melanosporum.*
5. Péridium à verrues polyédriques striées transversalement.................. *Tu. Aestivium.*
— Péridium à verrues pyramidales striées longitudinalement................. *Tu. Mesentericum.*
6. Spores échinulées........... *Tu. rufum.*
— Spores alvéolées...................... 7
7. Péridium blanc tomenteux, glèbe blanchâtre ou violacée.................. *Tu. Borchii.*
— Péridium ocracé ou brun, glèbe d'un jaune fauve.......... *Tu. Excavatum.*
— Péridium rougeâtre, glèbe brunâtre................... *Tu. fœtidum.*

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

EMILE LÜDIN. DIE ABHÆNGIGKEIT DER SPECIFISCHEN WÆRME DES WASSERS VON DER TEMPERATUR. INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE SUR LA CHALEUR SPÉCIFIQUE DE L'EAU. Thèse. Zurich 1895.

En présence des résultats divergents obtenus par les nombreux expérimentateurs qui se sont occupés de cette question M. Lüdin a entrepris sur le conseil de M. Pernet de déterminer à nouveau les chaleurs spécifiques de l'eau pour les diverses températures comprises entre 0 et 100°, en apportant à ces mesures toute la précision que permettent d'espérer les progrès accomplis en thermomètrie dans ces dernières années.

Les mesures ont été faites par la méthode des mélanges, en faisant en sorte que la température du calorimètre restât pendant toute la durée de chaque expérience au-dessous de la température ambiante, ce qui donne plus de sécurité pour les corrections de l'influence du milieu ambiant, ainsi pour la marche du thermomètre.

La construction de l'appareil assurait une connaissance exacte de la température de l'eau chaude à son entrée dans le calorimètre.

Les résultats obtenus montrent que la chaleur spécifique vraie diminue de 0° à 25° environ, où elle passe par la valeur minimum de 0.9914, puis augmente pour redevenir égale à 1 vers 62°, passe par le maximum de 1.0053 vers 85°, et redescend jusqu'à 1.0033 à 100°.

Les observations sont suffisamment représentées par la formule

$$C_t = 1 - 0.00076668\,t + 0.000019598\,t^2 - 0.0000001162\,t^3.$$

C. S.

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

G. GURGENJANZ ET ST. V. KOSTANECKI. NOUVEAU PRODUIT DE RÉDUCTION DE LA XANTHONE (*Berichte,* XXVIII, p. 2310, Berne).

En réduisant la xanthone en solution acétique par la poudre de zinc en présence d'une petite quantité d'acide chlorhydrique, les auteurs ont obtenu une nouvelle substance très difficilement soluble, fusible à 315° et qui, d'après l'analyse, serait un *dixanthylène.*

$$\begin{array}{ccccc} & & O & & \\ C^6H^4 & \diagup & & \diagdown & C^6H^4 \\ & \diagdown & C & \diagup & \\ & & \| & & \\ & & C & & \\ C^6H^4 & \diagup & & \diagdown & C^6H^4 \\ & \diagdown & O & \diagup & \end{array}$$

Ce composé prendrait naissance aux dépens de deux molécules de xanthone qui perdraient l'oxygène cétonique. Il se dissout dans l'acide sulfurique concentré avec une couleur jaune, dépourvue de fluorescence. Il sublime en longues aiguilles, colorées en jaune pâle; il absorbe le brome en solution dans le sulfure de carbone sans élimination d'acide bromhydrique pour donner un précipité rouge-brique complètement insoluble.

Les xanthones homologues donnent lieu à la même réaction; c'est ainsi que les auteurs ont obtenu avec la 4.5 diméthylxanthone le *4.5.4'.5' tetraméthyldixanthylène* $C^{30}H^{24}O^2$ qui sublime en longues aiguilles brillantes et jaunes, et ne fond pas encore à 360° et avec la 2.7 diméthylxanthone le *2.7.2'.7' tetraméthyldixanthylène* $C^{30}H^{24}O^2$ qui sublime en aiguilles blanches fusibles à 275-277°.

F. R.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

OCTOBRE 1895

Le 2, assez fort vent de 10 h. du matin à 4 h. du soir.
3, assez fort vent jusqu'à 7 h. du matin, à 1 h. du soir et de 7 h. à 9 h. du soir.
4, fort vent jusqu'à 9 h. du soir ; éclairs et tonnerres à l'W. à 6 h. 28 m. du soir ; éclairs dans la soirée.
5, rosée à 10 h. du soir.
6. très forte rosée le matin.
7, brouillard enveloppant entre 8 h. et 9 h. du soir et depuis 10 h. du soir.
8, brouillard enveloppant jusqu'à 7 h. du matin.
10, rosée à 10 h. du soir.
12, très forte rosée le matin.
13, très forte rosée le matin et le soir.
14, brouillard enveloppant jusqu'à 7 h. du matin ; très forte rosée à 10 h. du soir.
15, très forte rosée le matin.
16, très forte rosée le matin.
17 et 18, violente bise.
19, forte bise jusqu'à 10 h. du matin et à 7 h. du soir.
20, assez forte bise de 4 h. à 9 h. du soir.
21, brouillard jusqu'à 7 h. du matin et depuis 7 h. du soir.
22, brouillard depuis 9 h. du soir.
24, très fort vent jusqu'à 10 h. du matin.
26, fort vent de 10 h. du matin à 1 h. du soir.
27, neige sur le Salève et le Jura ; assez forte bise de 7 h. à 9 h. du soir.
28, gelée blanche le matin, la première de la saison ; le minimum de température descend à — 1°,2.
29, assez fort vent de 10 h. du matin à 4 h. du soir ; hâlo lunaire à 9 h. du soir.
30, nouvelle neige sur le Jura.
31, gelée blanche le matin ; minimum — 1°,2 ; assez forte bise à 10 h. du matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 3 à 10 h. matin	728,52	Le 2 à 3 h. soir	721.48
5 à 11 h. matin	731,32	4 à 3 h. soir	723,16
12 à 8 h. soir	734,48	9 à 10 h. matin	712,57
15 à 9 h matin	730,35	14 à 4 h. soir	727,76
18 à 9 h. matin	733,36	17 à 3 h. matin	728,56
25 à 9 h. matin	719,86	24 à 9 h. matin	708,17
		26 à 5 h. soir	716,33

Résultats des observations pluviométriques faites dans le canton de Genève.

Observ. MM	SÉCHERON Ph. Plantamour	CÉLIGNY Ch. Pesson	COLOGNY R. Gautier	JUSSY M. Micheli	OBSERVAT.	COMPESIÈRES Ch. Raymond	ATHENAZ J.-J. Decor	SATIGNY J. Vernay
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Total...	117.5	117.8	111.1	123.0	120.5	122.0	103.5	133.1

GENEVE. — OCTOBRE 1895

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Ecart avec la hauteur normale	Minim. observé au barogr.	Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Ecart avec la temp. normale	Minim.	Maxim.	Fract. de saturation en millièmes Moy. des 24 h.	Ecart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h.	Nombre d'h.	Vent dominant.	Chemin parcouru par le vent. Kil. par heure.	NÉBULOSITÉ MOYENNE	Temp. du Rhône Midi.	Ecart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.					+ °	°	cm
1	726,97	+ 0,11	726,02	728,42	+16,60	+ 4,19	+12,1	+23,9	717	— 90	430	860	0,0	...	WSW 1	2,3	1,00	19,2	+ 3,5	150,5
2	724,51	— 2,32	721,48	726,39	+16,85	+ 4,61	+11,3	+25,2	683	—126	450	820	12,8	6	SSW. 2	8,3	0,90	18,8	+ 3,2	148,5
3	726,75	— 0,04	724,94	728,52	+12,89	+ 0,81	+10,1	+16,6	659	—151	470	800	0,2	1	WSW 2	10,8	1,00	15,3	— 0,1	148,0
4	724,87	— 1,89	723,16	726,04	+14,85	+ 2,94	+11,2	+20,9	776	— 36	630	950	12,0	4	SSW. 2	13,8	0,98	14,6	— 0,7	151,8
5	729,80	+ 3,07	726,45	731,32	+13,10	+ 1,36	+ 9,5	+18,9	637	—176	380	920	0,8	1	WSW 1	5,2	0,60	14,0	— 1,2	150,2
6	727,92	+ 1,23	725,69	730,65	+14,04	+ 2,47	+ 5,9	+22,2	660	—154	360	920	...	...	WSW 1	7,3	0,18	....	.....	152,0
7	724,59	— 2,06	722,79	725,61	+13,49	+ 2,09	+10,1	+16,9	854	+ 39	610	1000	...	...	SSW. 1	7,3	0,18	....	.....	152,0
8	716,97	— 9,66	712,79	722,44	+10,89	— 0,34	+ 8,5	+14,3	975	+158	920	1000	13,4	8	var.	5,0	0,88	13,6	— 1,4	150,5
9	714,47	—12,43	712,57	717,64	+ 9,51	— 1,54	+ 7,5	+12,3	963	+145	920	1000	23,4	7	calme	1,5	1,00	15,0	+ 0,2	152,8
10	721,85	— 4,72	717,91	725,76	+11,87	+ 0,99	+ 7,4	+16,7	749	— 70	560	880	21,5	12	var	4,2	0,90	14,7	0,0	151,5
11	728,50	+ 1,96	725,94	731,60	+10,19	— 0,52	+ 5,1	+16,8	765	— 55	500	980	1,7	1	SSW. 1	9,8	0,75	14,3	— 0,3	152,0
12	733,64	+ 7,13	731,78	734,48	+ 8,61	— 1,92	+ 2,7	+14,9	771	— 50	440	970	...	...	N. 1	1,9	0,28	14,4	— 0,1	151,5
13	732,91	+ 6,43	731,41	731,94	+10,35	— 0,01	+ 4,1	+17,0	848	+ 26	640	980	...	...	calme	2,3	0,22	14,0	— 0,3	153,0
14	729,60	+ 3,15	727,76	731,81	+10,85	+ 0,67	+ 5,3	+17,3	900	+ 77	700	1000	...	...	calme	2,1	0,07	....	.....	152,0
15	729,20	+ 2,78	728,17	730,35	+14,58	+ 4,58	+ 8,9	+24,0	786	— 37	480	970	...	...	calme	1,7	0,25	13,8	— 0,3	150,4
16	729,30	+ 2,90	728,58	730,07	+15,30	+ 5,47	+11,3	+23,4	774	— 50	510	880	...	...	calme	2,5	0,18	14,9	+ 1,0	151,0
17	730,66	+ 4,29	728,56	732,65	+ 9,35	— 0,30	+ 6,5	+13,0	660	—165	440	910	0,8	1	calme	3,5	0,82	15,0	+ 1,2	149,0
18	732,31	+ 5,96	730,78	733,36	+ 5,65	— 3,82	+ 3,0	+ 9,0	625	—201	500	740	...	...	NNE. 4	27,7	0,25	14,5	+ 0,8	150,0
19	729,64	+ 3,31	729,06	730,75	+ 4,15	— 5,14	+ 1,8	+ 7,0	645	—182	540	740	...	...	NNE. 4	26,7	0,22	13,6	0,0	151,2
20	727,94	+ 1,63	726,91	729,37	+ 5,12	— 3,99	+ 2,7	+ 8,6	720	—107	580	810	...	...	NNE. 2	19,4	0,77	13,0	— 0,4	148,6
21	725,59	— 0,70	723,78	726,77	+ 5,64	— 3,29	+ 3,8	+ 7,2	770	— 58	700	830	...	...	NNE. 1	9,0	0,48	....	.....	145,5
22	719,95	— 6,32	716,91	723,50	+ 7,33	— 1,42	+ 4,3	+14,3	823	— 6	660	930	...	...	NE. 1	7,3	1,00	11,7	— 1,5	142,0
23	713,47	—12,78	710,25	715,22	+11,67	+ 3,10	+ 8,0	+15,4	844	+ 15	700	980	...	...	calme	1,7	0,80	11,3	— 1,7	140,8
24	711,41	—14,83	708,47	716,95	+11,63	+ 3,24	+ 7,7	+17,5	845	+ 15	720	1000	15,0	9	WSW 1	3,5	0,97	13,0	+ 0,1	141,0
25	718,20	— 8,02	717,65	719,86	+ 7,40	— 0,81	+ 4,1	+13,2	780	— 50	520	890	18,2	13	SSW. 2	9,8	1,00	13,0	+ 0,3	140,5
26	717,41	— 8,80	716,33	718,53	+ 7,69	— 0,35	+ 2,9	+12,9	689	—142	510	840	...	...	SSW. 1	6,3	0,72	12,7	+ 0,1	144,0
27	718,84	— 7,36	716,95	721,83	+ 5,60	— 2,26	+ 3,9	+ 7,6	726	—105	570	890	...	...	SSW. 1	5,6	0,80	12,6	+ 0,1	143,0
28	723,89	— 2,29	721,81	725,19	+ 3,65	— 4,03	— 1,2	+10,1	676	—156	440	890	0,6	1	NE. 1	8,5	1,00	....	.....	144,0
29	725,48	— 0,69	724,70	726,20	+ 7,43	— 0,07	+ 1,9	+12,7	576	—256	440	750	...	...	calme	3,5	0,20	11,0	— 1,2	142,7
30	726,90	+ 0,73	724,96	729,62	+ 5,51	— 1,81	+ 1,2	+ 9,0	596	—237	450	740	...	...	SSW. 2	11,1	0,92	10,8	— 1,3	140,0
31	731,49	+ 5,33	729,60	734,44	+ 2,16	— 4,98	— 1,2	+ 7,3	690	—143	480	910	0,1	...	NNE. 1	6,2	0,62	11,0	— 0,9	142,0
													...	...	NNE. 1	4,4	0,08	10,9	— 0,9	140,0
Mois	724,99	— 1,51			+ 9,80	— 0,08			748	— 83						7,51	0,64	13,73	—0,25	147,42

MOYENNES DU MOIS D'OCTOBRE 1895

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	724,26	724,05	724,17	724,21	723,21	722,87	723,80	724,15
2e »	730,32	730,40	730,68	730,97	730,18	729,69	730,14	730,59
3e »	721,00	720,93	721,12	721,37	720,91	720,87	721,44	721,54
Mois	725,06	724,99	725,19	725,38	724,64	724,36	725,00	725,30

Température.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re déc.	+ 11,74	+ 10,90	+ 11,13	+ 15,13	+ 17,18	+ 15,96	+ 13,09	+ 12,14
2e »	+ 7,25	+ 6,14	+ 5,69	+ 10,86	+ 13,46	+ 13,18	+ 10,31	+ 8,43
3e »	+ 6,07	+ 5,13	+ 5,40	+ 7,88	+ 9,57	+ 8,89	+ 6,53	+ 5,59
Mois	+ 8,28	+ 7,32	+ 7,34	+ 11,18	+ 13,28	+ 12,55	+ 9,87	+ 8,62

Fraction de saturation en millièmes.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
1re décade	811	834	852	717	628	667	812	817
2e »	852	881	879	701	557	589	739	797
3e »	758	799	796	697	608	625	753	792
Mois	805	837	841	705	598	627	767	802

	Therm. min.	Therm. max.	Temp. du Rhône.	Clarté moyenne du ciel.	Chemin parcouru p. le vent.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0	0		kil. p. h.	mm	cm
1re décade	+ 9,36	+ 18,79	+ 15,50	0,82	6,82	85,8	150,78
2e »	+ 5,14	+ 15,10	+ 14,15	0,35	9,68	0,8	150,22
3e »	+ 3,22	+ 11,56	+ 11,80	0,74	6,17	33,9	141,82
Mois	+ 5,82	+ 15,04	+ 13,73	0,64	7,51	120,5	147,42

Dans ce mois l'air a été calme 44,6 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SW. a été celui de 1,28 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 0°,7 E. et son intensité est égale à 8,4 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'OCTOBRE 1895.

Le 1er, brouillard de 10 h. du matin à 1 h. du soir et depuis 10 h. du soir.
2, brouillard jusqu'à 7 h. du matin; pluie depuis 4 h. du soir.
3, forte bise jusqu'à 7 h. du matin; neige jusqu'à 10 h. du matin et à 4 h. du soir.
4, neige à 4 h. du soir et depuis 10 h. du soir.
5, neige par une forte bise jusqu'à 7 h. du matin; brouillard à 10 h. du matin.
6, brouillard depuis 7 h. du soir.
7, neige jusqu'à 4 h. du soir, puis brouillard.
8, neige jusqu'à 7 h. du matin; pluie à 4 h. du soir; brouillard de 10 h. du matin à 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir; fort vent depuis 10 h. du matin.
9, neige jusqu'à 10 h. du matin et à 7 h. du soir; pluie de 1 h. à 4 h. du soir; brouillard depuis 10 h. du soir; fort vent jusqu'à 4 h. du soir et depuis 10 h. du soir.
11, brouillard depuis 7 h. du soir.
12, forte bise jusqu'à 4 h. du soir.
16, brouillard depuis 1 h. du soir.
17, brouillard jusqu'à 10 h. du matin, forte bise jusqu'à 1 h. du soir.
23, neige jusqu'à 1 h. du soir; brouillard depuis 7 h. du soir.
24, neige jusqu'à 4 h. du soir, puis brouillard.
25, forte bise depuis 10 h. du soir.
27, brouillard et neige pendant tout le jour.
28, brouillard jusqu'à 7 h. du matin.
29, neige de 1 h. à 4 h. du soir, puis brouillard.
30, légère neige à 10 h. du matin, puis brouillard.
31, brouillard jusqu'à 10 h. du matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 3 à 11 h. soir	567,70	Le 3 à 6 h. matin	562,05
5 à 11 h. soir	568,68	5 à 2 h. matin	563,12
13 à 11 h. matin	572,38	9 à 4 h. soir	554,19
18 à 10 h. matin	565,27	17 à 10 h. matin	563,60
20 à 10 h. soir	562,89	19 à 5 h. matin	561,80
25 à 11 h. matin	556,82	24 à 2 h. soir	552,25
29 à 11 h. matin	562,75	27 à 4 h. matin	553,75
		30 à 2 h. soir	559,75

SAINT-BERNARD. — OCTOBRE 1895

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum observé au barographe	Baromètre. Maximum observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum absolu.	Température C. Maximum des 6 observ.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	millim.	millim	millim.	millim.	°	°	°	°	millim	millim			
1	567.88	+ 2 02	567,05	569,42	+ 1 54	+ 0.03	+ 0,9	+ 2 6	.....	.....	....	SW. 1	0 92
2	566.32	+ 0.55	564 30	567,65	+ 3.40	+ 2,04	0,0	+ 5,0	.....	27,0	....	SW. 1	0.83
3	563,93	— 1,75	562.05	565,70	— 1.60	— 2,81	— 3.6	+ 0,6	20	8,8	....	NE. 1	0 77
4	564.85	— 0,74	563 98	565.40	+ 2.99	+ 1,93	+ 0.6	+ 5.7	180	26,3	....	NE. 1	0 78
5	565.96	+ 0.46	563.12	568.68	— 1.86	— 2,77	— 1,0	— 0,2	.....	.....	....	NE. 1	0.43
6	567,88	+ 2.47	567,25	568 55	+ 2,25	+ 1,49	— 0,6	+ 5,4	.....	.....	....	SW. 1	0 35
7	565,11	— 0,21	563,15	567 08	+ 0,29	— 0,32	— 0,2	+ 1,6	.....	9,0	....	SW. 1	1,00
8	559.08	— 6,16	556,30	563,00	— 0,40	— 0.87	— 2,2	+ 0,6	.....	19,0	....	SW. 2	1,00
9	555.40	— 9,75	554,19	556.40	+ 0,07	— 0 25	— 0,6	+ 0,8	.....	40,5	....	SW. 2	1,00
10	560.14	— 4,92	556 60	563 35	— 0,90	— 1,07	— 3 0	+ 1 6	.....	.....	....	SW. 1	0,17
11	565.04	+ 0,07	563 40	566,98	— 2,86	— 2,88	— 4,2	+ 0,4	.....	.....	....	NE. 1	0 57
12	569,08	+ 4,20	566.95	571,70	+ 0.42	+ 0.56	— 4 5	+ 3,8	.....	.....	....	NE. 2	0,25
13	571.99	+ 7.20	571,42	572,38	+ 5.84	+ 6,14	+ 3,0	+ 7 8	.....	.....	....	NE. 1	0,03
14	570 64	+ 5,94	569,94	572,02	+ 6,99	+ 7,44	+ 4,0	+ 9,6	.....	.....	....	NE. 1	0 03
15	569,92	+ 5,31	569.15	570,18	+ 6,15	+ 6,75	+ 4.2	+ 8.8	.....	.....	....	NE. 1	0.08
16	568.59	+ 4.07	566,95	570,08	+ 4,97	+ 5,72	+ 3,5	+ 6,5	.....	.....	....	NE. 1	0,78
17	564.38	— 0,06	563,60	566,00	— 8 65	— 7,74	—10,0	+ 4,1	.....	.....	....	NE. 2	0.42
18	564 84	+ 0,48	564,15	565,27	— 7,43	— 6,36	— 9,7	— 5,4	.....	.....	....	NE. 1	0,00
19	562,46	— 1,82	561,80	563,93	— 5.25	— 4.03	— 9,8	— 3,1	.....	.....	....	NE. 1	0.00
20	562.53	— 1,67	562,00	562,89	— 1,53	— 0.16	— 5,9	— 0,4	.....	.....	....	NE. 1	0,00
21	562,11	— 2,01	561,80	562,80	+ 0,92	+ 2 44	— 2,4	+ 4,1	.....	.....	....	NE. 1	0.00
22	560.30	— 3,74	559,08	561.90	+ 1,90	+ 3,57	— 1,2	+ 5.1	.....	.....	....	var.	0 05
23	556.95	— 7.01	555,63	558.98	— 1.83	0,00	— 3,1	— 0.4	240	29,0	....	SW. 1	0 88
24	553.86	—10,02	552,25	555,40	— 0 51	+ 1,47	— 2.4	+ 2,2	40	15,0	....	var.	1,00
25	555.86	— 7,94	554,95	556,82	— 2,00	+ 0.13	— 5,8	+ 1,1	.....	.....	....	NE. 1	0 28
26	555.19	— 8.53	554 85	555,36	— 3 68	— 1,40	— 5,3	— 1,6	.....	.....	....	SW. 1	0,37
27	554,23	— 9,42	553,75	554.86	— 7,93	— 5,50	—10,6	— 4.6	30	8,0	....	NE. 1	1.00
28	557,65	— 5,93	555.00	560.60	— 9.51	— 6,93	—12,3	— 7,8	.....	.....	....	NE. 1	0.17
29	561.61	— 1,90	560 85	562,75	— 7,21	— 4,48	— 8,7	— 5.1	20	4,0	....	SW. 1	0.87
30	560.46	— 2 98	559,75	561,35	— 8,13	— 5,25	—10,1	— 5.6	.....	.....	....	NE. 1	0,98
31	563,37	0 00	561,10	566 95	—10 48	— 7,46	—11,6	— 8,3	.....	.....	....	NE. 1	0 35
Mois	562 83	— 1,77			— 1,42	— 0,94							0 50

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — OCTOBRE 1895.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	564,03	563,54	563,55	563,77	563,57	563,38	563,72	563,67
2e » ...	567,03	566,54	566,65	567,00	566,88	566,95	567,20	567,34
3e » ...	558,34	557,91	558,01	558,31	558,15	558,34	558,69	558,87
Mois	562,98	562,51	562,58	562,87	562,71	562,75	563,05	563,15

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	— 0,47	+ 1,19	+ 1,88	+ 1,69	+ 0,97	+ 0,49
2e » ...	— 1,68	+ 0,76	+ 1,87	+ 1,10	— 0,06	— 0,52
3e » ...	— 5,26	— 3,44	— 2,35	— 3,41	— 4,38	— 5,32
Mois	— 2,56	— 0,59	+ 0,38	— 0,31	— 1,26	— 1,90

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade...	— 1,27	+ 2,37	0,73	130.6	200
2e » ...	— 2,94	+ 3,21	0,22	....	...
3e » ...	— 6,68	— 1,90	0,54	56.0	330
Mois	— 3,73	+ 1,13	0,50	186.6	530

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SW a été celui de 1,61 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 25,8 fois sur 100.

L'ÉBOULEMENT DU GLACIER DE L'ALTELS

PAR

F.-A. FOREL

Le 11 septembre 1895, à 5 h. 10 m. matin, un éboulement de glacier a recouvert le vallon du Schwarzbach, affluent de la vallée de la Kander, dans l'Oberland bernois. Nous décrirons rapidement les lieux, l'événement et le désastre; puis nous chercherons à en tirer quelque instruction [1].

La partie de la vallée du Schwarzbach qui a été atteinte par l'éboulement est un vallon de 2 à 3 kilomètres de long sur 1 kilomètre de large, dirigé du SSW au NNE entre la chaîne du Balmhorn (3700 m.) au SE et la petite chaîne du Weissefluh-Gellihorn (2350 m.) au NW. Le fond de la vallée est à l'altitude de 1900 m. Une cime secondaire du Balmhorn, l'Altels (3636 m.)

[1] Des descriptions et récits circonstanciés ont été donnés : dans le *Journal de Genève*, 17 septembre, par M. le professeur Dr R. Chodat; dans la *Neue Zürcher Zeitung*, 4, 5 et 6 octobre, par M. le professeur Dr C. Schröter; dans le *Bund* de Berne, par M. l'inspecteur en chef J. Coaz; dans le *Musée du Foyer*, supplément illustré du *Foyer domestique*, 19 et 26 octobre 1895, Neuchâtel, avec d'excellentes vues en phototypie de la catastrophe; dans la *Gazette de Lausanne*, 16 septembre, par nous-même. M. le prof. Dr A. Heim, de Zurich, prépare un rapport complet sur le phénomène.

domine directement le vallon, et son talus descend en pente raide et presque sans ressaut, suivant une inclinaison moyenne de 50 °/₀ jusqu'au lit du Schwarzbach, qui longe le pied de ce talus. La rive gauche du Schwarzbach, forme de larges collines ondulées, montant en pente douce jusqu'au pied de la Weissefluhwand[1] sur une largeur de plus d'un kilomètre : ce sont les riches pâturages de l'Alpe Winteregg et de l'Alpe Spitalmatte[2].

Le flanc occidental de la pyramide de l'Altels est revêtu d'un glacier, le glacier de l'Altels, de forme triangulaire, dont le sommet coïncide avec celui de la montagne, dont la base représentait en 1881-82, lors du levé de la feuille Gemmi, nº 473 de l'atlas Siegfried, un front de 800 m. de large, à l'altitude de 3090 m.; à gauche, ce front se prolonge en une langue d'écoulement, de 200 m. de large, qui descendait en 1881 jusqu'à la cote 2670 m. Dans les dernières années, de grande chaleur, ce glacier doit avoir, comme ses congénères, beaucoup diminué, et les cotes d'altitude de la partie terminale doivent être majorées de bien des dizaines de mètres, peut-être d'une centaine ou deux. Nous avons dit que la pente générale de la montagne est de 50 °/₀ ; cette forte inclinaison s'atténue notablement

[1] Weissefluhgrat ou Ueschinerwand, ces trois noms sont également employés dans les descriptions.

[2] Ces alpages appartiennent aux gens de Loèche-les-Bains, en Valais. Dans les siècles passés, la frontière assez indécise était située quelque part vers le Stierenbergli, et les chalets du Wintereg étaient sur territoire valaisan. Depuis que la frontière a été reportée près de la source de l'Alte Spitalmatte, les Valaisans ont voulu garder leur établissement sur leur territoire, et ont bâti les chalets de la Spitalmatte, à l'extrémité méridionale du vallon.

dans les parties inférieures, pâturages qui portent le nom des Tatelen; elle est donc plus forte sur le glacier lui-même, et la carte Siegfried lui donne une inclinaison de 64 °/₀ environ. Un glacier reposant sur un talus aussi déclive est un véritable glacier suspendu.

C'est la partie de droite du front du glacier qui mesure environ 600 m. de large qui s'est écroulée subitement le 11 septembre. Une vaste brèche de quelque 500 à 600 m. de large [1], à paroi verticale de 30 à 50 m. de hauteur en demi-cercle étalé remplace le relief bien connu d'un front de glacier. Une crevasse transversale, à l'altitude de 3345 m., a coupé le glacier et la partie inférieure n'étant plus soutenue a glissé sur la roche vive. Dans sa descente, la masse en mouvement a cheminé d'abord sur une surface de couche en roche lisse, calcaire jurassique inférieur, de 30° de pente, sans aucun accident, sur laquelle elle a dû prendre une vitesse épouvantable, elle a franchi en les rabotant les prairies un peu moins inclinées des Tatelen, puis retrouvant des escarpements rocheux plus déclives, elle a rebondi sur le Thalweg pour venir s'étaler en rayonnant sur le versant opposé du vallon. Fait intéressant, et, à ce que je crois, très extraordinaire : ce n'est pas au pied du talus d'éboulement que les matériaux se sont accumulés en grandes quantités; sur la rive droite du Schwarzbach, l'on ne voit que quelques cônes d'éboulement secondaires; la grande masse a franchi le Thalweg et s'est dispersée sur les collines de la rive gauche en remontant les pentes des pâturages opposés à l'avalanche. Il me paraît qu'on doit

[1] Je prends ces chiffres dans la très bonne description du *Musée du Foyer*, de Neuchâtel. L'auteur anonyme qui a été étudier les lieux mêmes en donne une idée très nette et claire.

attribuer ce phénomène insolite à la force vive de la masse énorme en mouvement sur une pente très inclinée et d'une grande hauteur, d'une autre part à la consistance de cette masse.

La quantité de matières mises en mouvement est évaluée par Heim et Schröter à 5 millions de mètres cubes. Cette estimation est basée sur les dimensions approximatives de l'entaille faite au glacier, 500 m. de large, 40 m. d'épaisseur, 300 mètres de longueur. Sur les lieux, j'ai, de mon côté, fait l'évaluation suivante : l'éboulement couvre une superficie de plus d'un kilomètre carré avec une épaisseur moyenne de 5 à 10 mètres; j'arrivais ainsi à un chiffre supérieur, à 5 et 10 millions de mètres cubes[1]. Il n'y a aucun intérêt à donner ici des chiffres divergents; je me range donc très volontiers au volume donné par Heim, qui a une grande expérience de telles évaluations, 5 millions de mètres cubes, tout en constatant que ce chiffre n'a certainement rien d'exagéré, et est probablement plutôt en dessous qu'en dessus de la réalité.

Cette masse énorme de glace a glissé d'une hauteur de 1400 m. au moins (de la cote 3100, front du glacier, à la cote 1870, lit du Schwarzbach) sur une pente de 50 °/₀ d'inclinaison. La force vive acquise par cette masse a dû être épouvantable.

La masse en mouvement était sèche. Sur une pente aussi inclinée (64 °/₀) que celle du glacier suspendu, il ne pouvait s'amonceler aucune quantité d'eau dans les crevasses ou sur le lit du glacier ; toute l'eau de fusion

[1] *Le Musée du Foyer* évalue la masse de glace éboulée à 2 millions de métres cubes; elle se serait accrue de moitié dans sa chute par les terrains qu'elle a entraînés.

devait être drainée à mesure de sa production. Du reste, la consistance de l'éboulis étendu sur le vallon du Schwarzbach est très démonstrative. C'est partout un béton de glace pulvérulente contenant des fragments de glace de toutes grosseurs jusqu'à un ou deux mètres cubes, sali par une quantité relativement faible de poussières de roches et de terre et quelques débris végétaux. Lorsque j'ai visité le théâtre de la catastrophe, le 15 septembre, le 4e jour après l'événement, j'ai pu circuler partout sur les débris de l'avalanche ; l'ardeur du soleil faisait fondre superficiellement la glace, mais nulle part il n'y avait la boue crémeuse d'une coulée aqueuse, rien qui ressemblât à la crème visqueuse de la catastrophe de Crête-Sèche qui, le 12 juillet 1892, a ravagé le vallon de Bionnassey et de Saint-Gervais, en Savoie. Dans leur chute de 1400 m. de hauteur, les 5 millions de mètres cubes de glace de l'Altels se sont réduits en poussière de glace, et c'est presque une avalanche neigeuse qui est arrivée au fond du vallon. Cette masse pulvérulente, en s'aplatissant sur le plancher de la vallée, a rejailli en larges bouillons et s'est étalée tout autour du pied de la chute.

C'est ainsi que je m'explique l'absence d'un cône principal d'éboulement au pied de la paroi de l'Altels et la dispersion sur les collines du Winteregg-Spitalmatte de la masse principale de l'avalanche qui y forme des dépôts irréguliers de 5, 10, 20, 40 mètres d'épaisseur.

Cette masse d'éboulis, le jour de ma visite, était déjà toute grise et, à distance, ne montrait qu'une surface salie comme celle d'un glacier recouvert de moraine superficielle. La chaleur des trois jours précédents avait déjà fondu une couche épaisse de glace; les poussières dispersées dans la masse s'étaient superposées en formant

presque partout une couche continue de quelques millimètres ou centimètres d'épaisseur, au-dessous de laquelle un coup de *piolet* montrait le béton de glace agglomérée. Sur cette surface de boue étincelaient les blocs de glace vive qui, plus diathermanes, avaient été épargnés par les rayons solaires et constituaient déjà des tables comme les blocs de pierre semés à la surface d'un glacier. La masse s'était déjà tassée, et, dans ce tassement, s'était crevassée; en bien des endroits, on aurait dit d'un glacier. En d'autres places sur les versants plus abrupts des collines, il y avait eu des coulées, des glissements d'ensemble de l'éboulis, qui, revenant en arrière, suivant la plus grande pente, formaient de véritables courants de glaciers d'écoulement. Le champ d'étalement de l'éboulement était fort bouleversé et offrait une foule d'accidents intéressants et parfois assez compliqués.

L'absence de cône d'éboulement au pied du talus de glissement a été une circonstance fort heureuse; les eaux de Schwarzbach n'ont pas été barrées, il ne s'est pas produit de lac temporaire et la vallée inférieure de la Kander n'a pas été menacée, comme elle l'eût été si l'éboulis s'était accumulé sur le passage du torrent.

Le vent de l'avalanche, le courant d'air poussé par la masse en mouvement, a été terrible. Chargé de poussières, de grains, de blocs, l'énorme bouffée d'air déplacée par la chute de la glace s'est irradiée autour de la zone d'étalement. Devant le front de l'éboulement la masse a frappé la paroi de la Weissefluh et y a appliqué, comme à coups d'une truelle gigantesque un mortier de glace dont le revêtement est resté adhérent contre ce mur pourtant fort incliné; le 14 septembre ce béton recouvrait encore les trois quarts de la paroi haute de 400 m.

au-dessus du lit du Schwarzbach ; sous l'action du soleil il se délitait en avalanches partielles très fréquentes. Les taches humides de la muraille montraient que les rejaillissures s'étaient élevées jusqu'au sommet. On raconte même que des blocs de glace ont franchi l'arête et sont venus rouler dans la vallée d'Uschine[1]. Sur la droite, du côté de l'alpe Winteregg, les arbrisseaux étaient couchés et déchirés, mais l'effet y était peu marqué ; il semble que le tourbillon ait plutôt porté de l'autre côté. Du côté de l'alpe Spitalmatte les ravages sont affreux. Les quatre chalets ont été rasés jusqu'au niveau du sol et leurs débris avec leurs habitants ont été transportés, comme fétus de paille, sur les talus de la colline dominante. La splendide forêt d'aroles et de mélèzes, qui faisait la gloire du vallon, a été renversée sur un tiers de sa superficie, ses magnifiques arbres couchés côte à côte, comme des soldats fauchés par la mitraille, ou déracinés, ou brisés à mi-hauteur là où le vent n'avait frappé que leurs cimes, tous écorcés par les coups des projectiles qui les ont frappés. La puissance d'arrachement a été énorme. Près de la source de la Spitalmatte, des couches de tourbe ont été soulevées du fond de la vallée et transportées sur la colline.

Le champ de dévastation est considérable. Il occupe toute la largeur du vallon, plus d'un kilomètre, sur une longueur d'un kilomètre et demi. Sur cette étendue tout a été écrasé, anéanti. Étant donné l'heure matinale et le mauvais temps, aucun voyageur ne passait sur la route de la Gemmi qui suit le fond du vallon ; mais des habi-

[1] D'après le *Musée du Foyer*, ce serait fort exagéré. C'est à peine quelques débris qui sont arrivés jusqu'au sommet de la paroi de la Weissefluh.

tants de l'alpe, hommes et bêtes, aucun n'a échappé à la catastrophe, sauf trois vaches, égarées probablement dans la forêt d'aroles. Six hommes et 160 à 170 têtes de bétail, gros et petit, ont été écrasés sous l'éboulis ou assommés par les blocs de glace. Aucun témoin n'a survécu qui ait pu raconter les indices précurseurs, s'il y en a eu. Personne sur l'alpe ne semble avoir prévu une catastrophe prochaine[1] : le jour de la descente des troupeaux fixé au 13 septembre n'avait pas été avancé. Le vice-président de la commune de Loèche-les-Bains, M. Roten, qui était monté la veille pour régler les comptes de la laiterie, aurait pu loger à l'auberge de Schwarenbach où il avait passé dans l'après-midi ; sans défiance, il a préféré aller coucher au chalet de la Spitalmatte pour y avancer son ouvrage et il est mort victime de son dévouement à ses devoirs.

Une catastrophe tout à fait analogue a eu lieu sur les mêmes lieux 113 ans auparavant. Voici le récit qu'on a retrouvé dans les Archives de Loèche-les-Bains[2]; je le traduis de mon mieux de l'allemand haut-valaisan :

« Qu'il soit fait notoire à chacun qu'en l'an 1782, le 18 du mois d'août, par un effrayant et terrible éboulement de glacier, tout le bétail qui se trouvait sur l'alpe

[1] Il est vrai que dans une adresse aux journaux, M. l'ingénieur Walter, de Zurich, dit : « Tous les habitants de la vallée de la Kander, ainsi que les visiteurs du passage de la Gemmi, sont d'accord pour déclarer qu'on avait remarqué depuis dix, voire même depuis douze jours une fissure au glacier, de même qu'une crue continuelle, de jour en jour de ce glacier. » Personne ne nous a parlé de cette observation et je n'en ai pas vu d'autre trace dans les journaux qui ont raconté l'événement.

[2] Publié dans le *Walliser-Bote* du 21 septembre 1895.

Winteregg, dans la partie appelée l'*Alte Matte*, a été écrasé et anéanti sans qu'il s'échappât une seule vache. C'est ainsi que, de ces bêtes, les unes ont eu leur corps partagé en deux, tellement qu'une moitié gisait ici, l'autre là, les autres ont eu les cornes arrachées, d'autres la tête ou un membre séparés du tronc. Beaucoup ont été transportées sur les *Rebhalden*, quelques-unes jusque sur les *Rieben*, d'autres enfin ont été entièrement enterrées sous les débris énormes du glacier et sous les pierres qui ont traversé les airs avec une force terrible. De ce bétail, si lamentablement anéanti par l'éboulement du glacier, il y avait sur l'alpe 62 vaches et plus de 20 chèvres et moutons. Et ce n'est pas tout : car il y avait aussi dans les pâturages de la *Spitalmatte* 3 vaches, une génisse et 5 porcs qui se trouvaient près de la source et qui ont subi le même sort.

« Le bétail de la Spitalmatte qui venait de la forêt de *Doschen* pour faire sa pâture de midi sur les prairies de l'ancienne Matte aurait de même été écrasé, si l'événement eût eu lieu une demi-heure plutôt ; car depuis la source de la Spitalmatte jusqu'au *Grechtalman* ni homme ni bête n'aurait pu échapper à la mort ; en effet, tout ce territoire, jusque sur les pentes de la montagne, ne ressemble plus en rien à un pâturage, mais n'est plus qu'un amoncellement de pierres et de débris de glacier. De même les chalets du Winteregg ont été tellement ébranlés par le fracas et les secousses de cet éboulement que les bergères qui s'y trouvaient s'attendaient, terrifiées, à les voir s'écrouler sur elles à chaque instant. Ce qu'ont été l'effroi, la douleur, les gémissements des infortunés atteints par ce désastre, chacun peut se le figurer. D'autant plus qu'il n'y eut pas seulement perte de bétail,

mais encore mort d'hommes et deuil. En effet quatre personnes, conduisant deux chevaux chargés des produits du chalet, et qui traversaient la vieille Spitalmatte pour rentrer au village, ont été aussi victimes de cet effroyable écroulement, y ont perdu la vie et ont été enterrées sous les pierres et les glaces.

« Les infortunés étaient Joseph Lener, cordonnier, habitant à Loèche-les-Bains ; Joseph, fils de l'huissier Johann Brunner, garçon de 8 à 9 ans ; Barbara, fille de Johann Minnig, et Johann Meichtry. Le corps de Barbara Minnig a de suite été retrouvé, celui du jeune Brunner peu après, mais ceux de Joseph Lener et de Johann Meichtry ne l'ont été que le printemps suivant ; ils étaient tous sur les pâturages de la Spitalmatte, près les uns des autres. On les a transportés à Loèche-les-Bains, où ils ont été enterrés chrétiennement, au milieu de la sympathie et des larmes de tous les assistants. Les cadavres des deux chevaux ont été également retrouvés, mais aucune trace des charges qu'ils portaient. Quel triste sort que celui de Catherine Lener, la veuve du susnommé Joseph Lener, qui a perdu son mari, ses deux vaches, son fromage et son beurre ; tout ce qu'elle possédait était sur l'alpe et a été écrasé par les pierres et le glacier !

« J'ai été chargé par les co-propriétaires de l'alpe Winteregg de raconter ces faits pour en laisser un souvenir éternel à la postérité ; je me suis efforcé de le faire dans la plus fidèle brièveté, et pour témoigner de la vérité de mon récit je le signe :

Johann-Joseph LORETAN,

ancien bailli et écrivain public. »

Un autre document qui m'est transmis par M. l'abbé P. Varonier, curé de Loèche-les-Bains, est l'extrait des actes de décès des quatre victimes de la catastrophe; il donne la date de l'événement au 17 août et non au 18 août comme le fait le récit de Loretan. Il confirme la nature de la catastrophe en l'attribuant à un éboulement de glacier : *per terribilem et stupendam de summitate montis prolapsam glaciei (vulgo « des Gletschers ») quantitatem.*

Autant que l'on peut en juger, la similitude est complète entre les deux catastrophes de 1782 et 1895. Dans l'un et l'autre cas, l'éboulement s'est étalé sur le vallon du Schwarzbach entre les alpes Winteregg et Spitalmatte. Il n'y a pas lieu de douter que la première catastrophe ne soit, comme la seconde, l'œuvre du glacier suspendu de l'Altels.

Dans l'un et l'autre cas, il n'y a pas eu formation d'un lac temporaire par le barrage des eaux du Schwarzbach; les annales de la vallée de la Kander ne citent aucune inondation à la suite de l'éboulement de 1782. En 1782 comme en 1895, l'avalanche poussiéreuse a donc dépassé le lit du torrent et s'est étalée sur les collines opposées. Les deux événements ont été probablement très semblables.

Dans l'un et l'autre cas, la catastrophe n'a pas été prévue. En 1782, les bergers n'avaient pas ramené leurs troupeaux loin des pâturages menacés. L'éboulement de 1782, qui a eu lieu dans le milieu de la journée a surpris des passants qui traversaient l'alpe. Les bergères de l'alpe Winteregg n'ont pas souffert dans leurs chalets; en 1895, les ruines des chalets de Winteregg n'ont pas été atteintes par l'avalanche. En 1782, il n'y avait pas encore de chalets à la Spitalmatte; mais la localité où

étaient les chalets de 1895 a été ravagée, comme le raconte Loretan.

Il y a donc eu, à 113 ans de distance, répétition du même phénomène, sur les mêmes lieux, et probablement dans les mêmes conditions. N'est-ce pas le cas de tirer instruction de cette répétition ?

L'année dernière (c'était le 30 juin 1894), nous étions arrêtés sur la moraine de gauche du glacier Durand qui nous barrait le passage, et nous contemplions de loin le glacier d'Otemma qui deux jours auparavant avait donné cours aux eaux accumulées du glacier de Crête-Sèche, lesquelles avaient causé une inondation dans la vallée de la Dranse du Chable. M. le conseiller d'État Maurice de la Pierre, président du gouvernement du Valais, me posait cette question : « Vous, naturalistes, qui étudiez ces nombreuses catastrophes que causent les glaciers dans nos hautes vallées, ne pouvez-vous nous donner des avis pour nous aider à les prévenir ou à nous en garer ? » Je lui faisais une réponse désespérée : « Jusqu'à présent nous n'avons aucune loi à tirer des faits isolés que nous raconte l'histoire. Chaque glacier a son caractère individuel, les catastrophes qu'ils occasionnent sont sans analogues, et par conséquent échappent à la prévision. Le glacier est une masse solide, mobile, imbibée d'eau ; les eaux qui circulent dans les crevasses et sous le glacier sont parfois arrêtées dans leur écoulement, s'y accumulent, et produisent des ravages par leur irruption. D'autres fois le glacier, dans un équilibre instable, se rompt et s'écroule dans la vallée. Nulle loi générale ne relie ces faits. Nous sommes impuissants devant ces grandes forces de la nature. »

Depuis lors j'ai souvent réfléchi à la question de M. de la Pierre, et voici comment j'y répondrai aujourd'hui.

J'essaierai d'abord d'énumérer les catastrophes dues aux glaciers, en les groupant autant que possible en ordre de semblables. Voici celles qui sont à ma connaissance; sans que dans cette première tentative j'aie la prétention d'épuiser une liste déjà trop longue, j'en aurai assez pour les conclusions que j'espère en tirer :

I. *Glacier de l'Altels.* Éboulement d'une partie du glacier. Deux répétitions du phénomène, 17 ou 18 août 1782, 11 septembre 1895.

II. *Catastrophes de Randa.* Sur le flanc oriental du Weisshorn s'écoule un glacier très incliné, le glacier du Bies, dont l'extrémité terminale se rompt parfois en avalanche de glace. Celle-ci descend jusqu'au plafond de la vallée de Saint-Nicolas, y ravage des pâturages et le vent de l'avalanche renverse entre autres les maisons du village voisin de Randa.

Plusieurs répétitions du phénomène. En 1636 (36 victimes humaines); en 1736, en 1786; le 27 décembre 1819 à 6 h. matin, énorme éboulement de 10 millions de mètres cubes, recouvrant une superficie de 800 sur 300 mètres; une centaine de chalets renversés, deux victimes humaines [1]; en 1865 janvier et février [2].

III. *Éboulements du glacier de Devdoraki,* au Caucase. Le Devdoraki, dans le groupe du Kasbek, est célèbre par

[1] Ignace Venetz. Rapport officiel au Conseil d'État du Valais *Bibl. univ. Sc. et Art.* XIII 150. Genève 1820. Pour éviter un trop grand encombrement, je ne cite, parmi les auteurs que l'on peut consulter, que les principaux.

[2] J. Coaz. Die Lavinen der Schweiz, p. 75. Berne 1881.

ses glissements ou éboulements qui l'amènent en quelques jours jusqu'à la route militaire de Vladikaukas à Tiflis. D'après les descriptions des auteurs, il semble que les eaux accumulées dans le glacier, rétréci par un détroit du vallon, soient pour une bonne part dans la crue rapide, presque en coulée de glissement, de l'extrémité terminale du glacier.

Les répétitions de l'événement ont eu lieu en 1776, 1778, 1808, 1817 et 1832; en 1842, 1855 et 1876, il y a eu des menaces d'accident, mais le glacier n'est pas arrivé jusqu'à la route. En 1832, on a évalué à 18 millions de mètres cubes le volume de l'éboulement qui avait jusqu'à 100 m. d'épaisseur et un kilomètre de long ; il barrait le cours du Terek[1].

IV. *Inondations du torrent de Saint-Barthélemy.* Ce torrent descend de la Dent du Midi et se verse dans le Rhône, entre Evionnaz et Saint-Maurice en Valais, en divaguant sur un immense cône de déjection qui barre la vallée et refoule le fleuve vers sa berge de droite. A maintes reprises le torrent s'est gonflé subitement en une coulée de boue charriant d'énormes blocs de pierre, et a recouvert le cône d'alluvion. Sans parler de la catastrophe du Tauredunum en 563 qui est attribuée par certains auteurs et par la tradition de l'abbaye Saint-Maurice au torrent de Saint-Barthélemy, on cite des répétitions de l'accident en 1560, 1635, 1636, 1835, 1887. On attribue en général ces écoulements de boue à un éboulement de la Dent du Midi, ravinée par les pluies. Mais dans les der-

[1] Ernest Favre. Sur quelques glaciers de la chaîne du Caucase. *Archives* XXXIV, 5. Genève 1869.

nières coulées, le 26 août 1835[1] et le 1er août 1887[2], des blocs de glace ont été vus flottant au milieu de la coulée et comme à cette saison la glace ne peut provenir que d'un glacier, il est probable que le glacier de la Dent du Midi a été pour une part dans l'événement. Quelle a été cette part? C'est ce que des observations ultérieures apprendront sans doute[3].

V. *Le glacier de Tête-Rousse.* Le 12 juillet 1892, vers une heure du matin, l'extrémité inférieure du glacier de Tête-Rousse, au pied de l'aiguille du Goûté, entraînée par une vaste accumulation d'eau qui s'était formée dans le glacier s'est précipitée en une avalanche terrible d'eau et glace, de terres et de pierres dans le ravin du glacier de Bionassey, a ravagé le vallon, les villages de Bionassey, Bionney, les bains de Saint-Gervais et une partie du hameau du Fayet, Il y eut environ 150 victimes humaines. La coulée a présenté les caractères les plus nets d'une masse boueuse Ni l'histoire ni la tradition ne mentionnent de répétitions antérieures de cette catastrophe[4].

VI. *Inondation de Fee.* A la fin de l'automne de 1755, il y eut rupture d'un petit lac morainique dans le glacier du Hochbalm, qui ravagea une partie des terres

[1] E. Javelle et Ch.-L. de Bons. *Echo des Alpes*, 177. Genève 1870.

[2] Dr Hans Schardt in litt. M. le prince Roland Bonaparte in litt.

[3] Le torrent de Saint-Barthélemy peut aussi déborder comme tout autre torrent en temps de pluie, sans que ni éboulements de montagne ni éboulements de glacier y soient pour quelque chose. Ainsi le 14 novembre 1895.

[4] J. Vallot. A. Delebecque et L. Duparc. Sur la catastrophe de Saint-Gervais. *Archives* XXVIII, 177. Genève 1892.

du village de Fee dans la vallée de Saas. Cet événement s'est répété deux fois dans un été (subséquent)[1].

VII. *Les inondations de Taesch*, des 15 et 16 août 1892, provenaient du glacier de Weingarten, entre le Taeschhubel et l'Alphorn. Les eaux d'écoulement du glacier ont reflué par-dessus la moraine de gauche et un ruisseau, relativement peu considérable, mais coulant sur une pente très inclinée de matériaux incohérents, surchargé d'un transport énorme de galets et de blocs, a obstrué le lit du Rothenbach, qui lui-même a obstrué le lit du Taeschbach et a fait sortir celui-ci de ses digues[2].

On a parlé de répétitions antérieures de cet accident, il y aurait un siècle ou plus. D'après une lettre de M. le curé Zum Taugwald du 20 mars 1893, on ne connaît plus à Taesch qu'une seule inondation survenue entre 1860 et 1870, et due au glacier de Taesch et non à celui du Weingarten.

VIII. *Le glacier de Crête-Sèche*, affluent du glacier d'Otemma, est dominé par la muraille de gauche de ce dernier; ses eaux pour s'écouler doivent se frayer un chemin dans ou sous le glacier principal. Au printemps de 1894, les canaux d'évacuation ayant été obstrués (est-ce l'effet d'une mise en crue du glacier d'Otemma?), il se forma un lac temporaire de plus d'un million de mètres cubes d'eau, qui s'écoula subitement le 28 juin en ravageant la vallée de Bagne et du Chable (17 ponts coupés)[3]. En 1895, le lac se forma de nouveau, mais dans des dimensions moins considérables, et il se vida le 18 juin sans dégâts appréciables.

[1] A. Ruppen. Die Chronik des Thales Saas. p. 73. Sitten 1851.

[2] Dr R. Emden. *Archives*, XXVIII, p. 463. Genève 1892.

[3] F.-A. Forel. Variations périodiques des glaciers des Alpes. XVe rapport. *Jahrbuch des S. A. C.* Bern, 1895.

IX. *Inondations du Martellthal.* Depuis l'année 1887, presque chaque été la vallée de Martell dans le massif de l'Ortler est inondée par l'écoulement d'un lac temporaire, causé par l'arrêt des eaux de la Plima, derrière le glacier de Zufall. Jusqu'alors les eaux se creusaient une galerie sous le corps du glacier qui barre la vallée; mais, depuis, semble-t-il, que les glaciers de la région sont entrés en phase de crue, cette galerie s'obstrue et les eaux s'accumulent en un lac plus ou moins considérable, jusqu'à 7 ou 800,000 mètres cubes. Quand le lac se vide brusquement, il ravage le pays aval. On connaît des répétitions de l'événement en 1887, 1888, 1889, 1891, 1895 [1].

X. *Les catastrophes du Vernagt.* Le glacier du Vernagt, dans l'Oetzthal, lorsqu'il est en crue considérable, barre le vallon du Rofen et arrête les eaux qui forment un lac temporaire. Quand ce lac se vide, il ravage la vallée inférieure. Les écoulements ont eu lieu en causant plus ou moins de dégâts en 1600, 1601, 1678, 1682, 1770-1772, 1820-1822, 1840-1847 [2].

XI. *Le glacier du Gurgl*, dans l'Oetzthal, lorsqu'il est en crue, barre la vallée du Langthal et y forme un lac. Ce lac se développa de 1716 à 1718, et de 1770 à 1774, mais dans les deux cas s'écoula heureusement en douceur [3].

XII. *Ecoulement du lac du Ruitor.* Le glacier du Ruitor, dans le massif du Grand Paradis, barre dans ses

[1] F.-A. Forel. Loc. cit. X^{e} et XIIe rapports. *Jahrbuch des S. A. C.* Berne, 1890 et 1892.

[2] Ed. Richter. Gletscher der Ostalpen. 143 sq. Stuttgart, 1888. Ed. Richter. Urkunden über die Ausbrüche des Vernagts und Gurglergletschers. Stuttgart, 1892.

[3] E. Richter. Loc. cit.

crues excessives le vallon des Oselettes et les eaux de celui-ci s'accumulent en un lac qui se déverse plus ou moins subitement dans la vallée de la Thuille. Des écoulements plus ou moins désastreux ont eu lieu de 1594 à 1606 (chaque année), de 1631, 1640, 1679, 1680, 1748 à 1751, etc.[1]

XIII. *Lac Märjelen.* Ce petit lac situé sur le flanc gauche du grand glacier d'Aletsch se vide par-dessous le corps du glacier, dans des conditions encore mal précisées, et occasionne une crue subite de la Massa. Si ces crues coïncident avec les hautes eaux du Rhône, il peut en résulter des menaces ou des désastres pour la plaine du Rhône; aussi le canton du Valais, avec le secours de la Confédération, a établi un écoulement du lac par une galerie souterraine qui déverse les eaux dans le torrent de Taesch. La masse d'eau accumulée dans le lac ne peut plus être bien considérable, et les inondations de l'avenir seront innocentes.

Voici les dates à moi connues de l'évacuation du lac Märjelen avec l'indication de l'auteur qui les a citées[2].

août	1815	Gosset.
juillet	1820	Venetz.
	1822	»
	1828	»
automne	1840	E. Desor.
avant le 18 août	1848	Ed. Collomb.
fin août	1858	T.-G. Bonney.
	1859	A. de Torrenté.
juillet	1864	E. Cathrein.
	1871	J. Imboden.

[1] Baretti. Il lago del Ruitor. *Bolletino del C. A. I.* 1880, 45.

[2] F.-A. Forel. loc. cit. IXe rapport. Berne 1889.

juillet	1872	Bonney.
	1873	Cathrein.
	1874	»
	1875	»
	1876	»
18 juillet	1878	A. de Salis.
9 juin	1882	journaux suisses.
janvier	1883	Cathrein.
août	1884	Gosset.
4 septembre	1887	»
24 juin	1889	journaux
25 juillet	1890	Prince Roland Bonaparte
27 septembre	1895	journaux.

XIV. *Le lac du Giétroz.* Le glacier du Giétroz, suspendu sur le flanc méridional du Mont Pleureur, aboutit à un précipice où son front s'éboule. Au pied de la paroi il se forme un glacier remanié, cône de glace réduite en poussière, qui, lorsqu'il prend des dimensions considérables, lors des grandes crues du glacier, barre le cours de la Dranse et produit un lac temporaire. L'écoulement subit de ses eaux ravage la vallée du Chable. On connaît des répétitions de la catastrophe en 1545 (Schiner), 1605 (de Bons), plus exactement le 4 juin 1595 du calendrier grégorien, et le 16 juin 1818. Dans ce dernier cas le volume d'eau qui s'écoula en une demi-heure fut évalué à 14 millions de mètres cubes [1].

XV. *Les écoulements du lac Mattmark.* La moraine latérale de gauche du glacier d'Allalin barre le cours de la Viège de Saas et soutient le petit lac de Mattmark. Lors-

[1] A. Escher de la Linth. *Bibl. univ. sciences et arts*, VIII, 291 Genève 1818.

que le glacier est en crue, l'écoulement des eaux est entravé, le lac élève son niveau jusqu'au moment (lors de la décrue de glacier ?) où, se frayant un passage, il se vide brusquement dans la vallée et ravage tout le pays aval. De telles inondations ont eu lieu en 1633 (18 maisons d'habitation et 6000 arbres d'emportés) en 1680 et 1772 (2 maisons et 5 petits chalets emportés).[1] Depuis lors il n'y a pas eu répétition de la catastrophe.

On trouverait encore bon nombre de catastrophes dues directement ou indirectement aux glaciers qui ont ravagé les vallons des hautes Alpes. Les glaciers sont de mauvais et dangereux voisins. Mais je m'arrête ici. J'en ai assez pour ce que j'en puis actuellement tirer. Si je contemple ces premiers tableaux de catastrophes glaciaires, j'y vois :

1° Dans tous ou presque tous les cas, une répétition évidente du même événement dans la même localité. Une catastrophe se reproduit plus ou moins fréquemment avec plus ou moins d'intensité, d'une manière plus ou moins désastreuse, mais toujours avec les mêmes caractères généraux. Cela provient incontestablement du renouvellement continu du glacier. Le glacier se détruit sans cesse par fonte de son extrémité terminale ou par éboulement de son front ; mais il se reconstruit sans cesse aussi par apport de nouvelles masses descendues de ses hauts névés. Ces masses, coulant toujours dans le même vallon, retrouvent les mêmes conditions qui, lorsqu'elles coïncident, occasionnent de nouveau la catastrophe.

2° Un caractère d'individualité très prononcé dans

[1] Ruppen, loc. cit. p. 52, 58, 76.

chacune des séries de catastrophes. Chaque localité a sa catastrophe propre, qui se reproduit, autant que nous en pouvons juger, dans les mêmes conditions. Il y a donc lieu d'étudier très attentivement chaque catastrophe pour en déterminer les conditions et si possible en prévoir la répétition ou prendre des mesures contre ses dégâts,

3° Il est difficile d'établir une classification de ces évènements qui représentent, presque pour chaque glacier, un type spécial. Cependant on pourrait provisoirement les diviser en quatre groupes :

A. Les éboulements de glacier à sec. Altels, Randa.

B. Les éboulements d'un glacier causés par accumulation d'eau dans sa masse. Devdoraki, Tête-Rousse (St-Barthélemy).

C. Les dérivations de l'eau d'écoulement. Weingarten.

D. Formation d'un lac temporaire par barrage du vallon. Giétroz, Vernagt, Plima, Crête-Sèche, etc.

4° Etant données la nature et les allures des glaciers, je crois pouvoir classer sous trois chefs les causes déterminantes des catastrophes.

a Une crue extraordinaire du glacier (Vernagt, Giétroz, probablement Randa).

b Un temps anormalement chaud qui, par un mécanisme fort difficile à généraliser, occasionne une diminution dans la cohésion du glacier.

c Un temps anormalement humide qui provoque des accumulations extraordinaires d'eau dans le glacier ou près de lui.

Ces quatre conclusions générales paraissent devoir servir de base à une police intelligente des glaciers. Tout d'abord il n'est pas probable qu'un glacier qui n'a jamais causé de

catastrophe devienne soudain dangereux[1]. En second lieu, un glacier qui a amené un désastre en amènera probablement un semblable à une date plus ou moins rapprochée. Cette constatation n'est pas rassurante. Ce qui l'est davantage, c'est que cette future catastrophe se reproduira probablement dans les mêmes conditions et avec les mêmes allures que la précédente; l'intensité du désastre peut varier, mais ses caractères seront les mêmes. Par conséquent il est possible en certaine mesure de prévoir l'événement[2]. Suivant les conditions locales on pourra, ou bien l'empêcher de devenir nuisible[3], ou bien on pourra en garer les populations qui seront prévenues de la probabilité d'un accident. Dans chaque cas une étude très complète du phénomène est recommandée à la prudence des autorités et des populations intéressées.

De ces notions générales pouvons-nous tirer quelque chose d'utile au sujet de l'éboulement de l'Altels ?

Et d'abord quelle est la nature de la catastrophe? Une rupture de l'extrémité terminale d'un glacier suspendu. Cela semble évident.

Quelle est la cause de la catastrophe ? La cause immé-

[1] Cette loi n'est pas sans exceptions. La catastrophe de Tête-Rousse n'avait pas eu de précédent connu.

[2] C'est ainsi qu'après la première inondation par les eaux du glacier de Crête-Sèche, en 1894, j'ai annoncé que l'événement se reproduirait probablement au printemps de 1895. Ce qui a eu lieu effectivement.

[3] Ainsi par exemple le glacier de Giétroz semble dompté par les mesures très intelligentes exécutées par l'autorité valaisienne sur les plans fournis par Ignace Venetz. Quelques mesures très simples empêcheront la reproduction des catastrophes du lac Mattmark, si jamais le glacier d'Allalin entre en grande crue.

diate, prochaine, le mécanisme même de la rupture, je suis incapable de le préciser. Je laisse ce soin, s'il est possible d'y arriver, à ceux de mes collègues qui auront pu suivre de plus près les détails géographiques de la localité. Les témoignages antérieurs et contemporains de l'accident nous font défaut; je n'ai pu faire moi-même l'inspection locale du front du glacier. Je préfère m'abstenir.

Mais les conditions générales du glacier, en ses deux catastrophes sont, mieux à ma portée. Je crois pouvoir les développer comme suit :

1° Il n'est pas probable que l'éboulement de l'extrémité terminale du glacier de l'Altels ait été causé par une crue extraordinaire de ce glacier.

Pour ce qui regarde l'accident de 1782, nous n'avons aucun renseignement spécial; mais dans les faits historiques généraux des variations des glaciers, rien n'indique pour cette époque un développement en crue de l'ensemble des glaciers. De 1765 à 1770 et pour quelques glaciers 1780, semble avoir été une phase de crue, mais très peu de glaciers ont eu un maximum après 1780. Je ne trouve dans les documents très clairsemés du siècle dernier que le glacier des Bois (Mont-Blanc) 1784 (de Saussure) et le glacier de Tschingel (Lauterbrunnen) 1785 (Kasthofer), dont le maximum aurait eu lieu entre 1780 et 1790.

Pour l'accident de 1895, nous n'avons pas d'observations spéciales sur l'Altels, qui malheureusement ne rentre pas dans la liste des glaciers surveillés par les forestiers bernois. En fait de description plus ou moins contemporaine, je n'ai pu trouver que la phrase suivante tirée d'un rapport de M. F. Becker, sur le champ d'excursion du

Club-Alpin en 1882-83; ce champ d'excursions était le district de la Gemmi : « D'une manière générale tous les glaciers de la région montrent une tendance à une diminution sensible... l'Altels et le Rinderhorn se dépouillent chaque été davantage de leur blanc manteau[1]. »

Tandis que la totalité des glaciers du Mont-Blanc et la moitié peut-être de ceux du Valais ont eu une phase de crue de 1875, 1880 à 1893 ou 1895, il n'y a que peu de glaciers de l'Oberland bernois qui aient indiqué ce mouvement d'accroissement. Les plus évidents sont ceux de Grindelwald supérieur et de Rosenlauï, l'un et l'autre depuis 1880 environ. Personne ne nous a signalé dans le groupe de Balmhorn de glaciers ayant tendance à une marche en avant.

D'une autre part tous les glaciers des Alpes ont été fortement atteints par les grandes chaleurs des trois étés successifs de 1893, 1894 et 1895; la plupart d'entre eux ont montré des symptômes exagérés de décroissance, et même bon nombre de ceux qui étaient auparavant en crue, ont commencé leur phase de décrue.

Nous n'avons donc pas lieu de croire à une crue extraordinaire du glacier de l'Altels qui aurait occasionné les accidents de 1782 et de 1895.

2° Je ne chercherai pas non plus dans une accumulation d'eau l'origine de l'éboulement. Je me fonde pour cela sur deux raisons.

Une raison topographique. Sur un talus aussi incliné que la roche qui sert de lit au glacier suspendu de l'Altels il ne peut y avoir amas d'eau; l'eau de fonte s'écoule au fur et à mesure de sa production. Sur une pente de 65 %

[1] *Jahrbuch der S. A. C.* XVIII 27. Berne 1883.

le drainage est trop parfait pour qu'il puisse se produire un arrêt d'eau.

Un fait d'observation. Les matériaux de l'éboulement, vus immédiatement après la chute de 1895, étaient parfaitement secs. Ce n'était pas de la boue comme à Saint-Gervais, c'était un béton de glace poussiéreuse, consolidée par son tassement.

3° Il ne nous reste plus que les conditions de la température. Ont-elles été normales ou bien exceptionnelles avant les deux catastrophes de 1782 et de 1895 ? C'est ce que nous devons étudier.

Et d'abord l'été de 1782. Nous rappelons que l'éboulement a eu lieu le 17 (ou le 18) août.

La chronique d'histoire naturelle de Brügger caractérise comme suit le temps de 1782 : « Janvier doux, février froid, printemps pluvieux et humide. Année très tardive ; l'hiver a duré jusqu'à la fin de mai, mais a été suivi brusquement par un été extraordinairement chaud, (schrecklich heisser), sec, mais très court. En juillet, grande sécheresse. Dans la vallée du Rhin, on a dû interdire l'usage des fontaines pour laver le linge, et ordonner d'aller chercher l'eau au fleuve ; la sécheresse a causé des maladies chez l'homme et les animaux et spécialement chez les chevaux. Le mois d'août a été moins chaud[1] . »

A côté de cette description générale, nous avons trois ou quatre séries d'observations qui nous permettent de nous faire une idée relative de la température de l'été de 1782. Tout en sachant combien difficilement ces anciennes observations météorologiques sont comparables avec nos observations modernes, dans l'ignorance où

[1] Chr. G. Brügger. *Beiträge zur natur Chronik der Schweiz.* VI. 42. Chur. 1888.

nous sommes des conditions locales et instrumentales des lectures, nous pouvons admettre que dans chaque série les diverses valeurs ont une signification comparable entre elles.

A. Les observations de température de d'Annone à Bâle. J'en prendrai les résultats dans les observations météorologiques suisses rédigées par R. Wolf [1].

Je compare les moyennes des mois de juin et de juillet 1782 avec les moyennes générales des mêmes mois pour la série de 40 années de 1755 à 1794.

BALE	*1782*	*Moyenne de 40 ans*	*Différence*
juin	21.27°	19.49°	+ 1.78°
juillet	23.25°	21.08°	+ 2.17°

De 1755 à 1781, il n'y a eu de température supérieure à celle de juin 1782 qu'en

juin 1755 par 21.28°
— 1772 — 21.58°

de température supérieure à celle de juillet 1782 qu'en

juillet 1759 par 23.59°
— 1778 — 23.36°

Si je prends la moyenne des deux mois successifs de juin et juillet, je constate que dans cette série de 40 ans cette moyenne n'a jamais été supérieure à celle de 1782.

B. Les observations de Sprüngli à Gurzelen (dans la vallée de l'Aar, entre Thoune et Berne [2]).

Je fais la même comparaison que ci-dessus pour une série de 14 ans de 1771 à 1784.

GURZELEN	*1782*	*Moyenne de 14 ans*	*différence*
juin	13.87°	12.87°	+ 1.00°
juillet	15.12°	13.98°	+ 1.14°

[1] T. VI p. 563. Zurich, 1869.

[2] *Observations météorologiques suisses.* VIII passim, Zurich 1871.

Dans ces 14 ans il n'y a pas eu à Gurzelen de température du mois de juin supérieure à celle de 1782 ; pour le mois de juillet, celle de 1782 a été dépassée en 1778 et 1783.

De même la moyenne des deux mois successifs de juin et juillet a été supérieure en 1782 à celle de chacune des années de la série de 14 ans.

C. Les observations de Charles de Lubières faites au Petit-Saconnex près de Genève, de 1760 à 1789 [1]. Ces observations ne donnent pas de séries continues ; il y manque parfois beaucoup de jours dans le mois. J'en ai cependant pris les moyennes en degrés centigrades et je fais la comparaison comme suit :

Genève		*1782*	Nombre de jours	Moyenne de 30 ans	*différences*	
juin	6 h. matin	19,9°	22	14.2°	+ 5.7°	+ 5.4°
	2 h. soir	27.4°	16	22.2°	+ 5.2°	
juillet	6 h. matin	16.5°	28	15.0°	+ 1.5°	+ 2.2°
	2 h. soir	27.6°	27	24.6°	+ 3.0°	

Dans ces trente années les moyennes (incomplètes) de juin n'ont jamais été plus élevées que celles de juin

[1] Charles Benjamin, baron de Lubières, membre du conseil des CC. de Genève, fils de François de Langes de Montmirail de Lubières, gouverneur de Neuchâtel, et de Marie Calandrini. Charles de Lubières qui épousa en 1764 Olimpe Camp, acquit en 1768 un domaine au Petit-Saconnex (Notes de M. le prof. Eugène Ritter de Genève). Il vivait en hiver à la rue Beauregard. Nous avons entre les mains cinq volumes manuscrits de ses observations journalières portant sur la température en degrés Réaumur, à 6 ou 7 h. matin et à 2 ou 3 h. soir, l'état du baromètre, de l'hygromètre, et la caractéristique du temps matin et soir en phrases très précises.

1782; celles de juillet en revanche, bien plus incomplètes encore, ont été à 6 h. du matin 9 fois, à 2 h. du soir 2 fois supérieures à celles de 1782.

Quant à la température moyenne des deux mois successifs, elle n'a jamais pendant ces trente années été plus élevée qu'en 1782.

D. M. R. Billwiller, directeur de l'Institut central de météorologie à Zurich a eu l'obligeance de me transmettre les calculs faits par M. le Dr Maurer pour établir les rapports de la température de l'année 1782 avec la moyenne normale de Berne. Voici les chiffres qu'il a trouvés.

Berne	*1782*	*normale*	*différence*
janvier	1.2°	— 2.1°	+ 3.3°
février	— 5.2°	0.6°	— 5.8°
mars	3.5°	3.4°	+ 0.1°
avril	7.1°	8.3°	— 1.2°
mai	12.5°	12.4°	+ 0.1°
juin	20.0°	15.9°	+ 4.1°
juillet	21.8°	18.0°	+ 3.8°
août	18.1°	16.8°	+ 1.3°

De toutes ces données concordantes il résulte que les mois de juin et de juillet 1782 ont été extraordinairement chauds.

Quant aux premiers jours d'août 1782, jusqu'au 17, jour de l'accident de l'Altels, ils ont été variables: jusqu'au 6 ou 7 temps chaud, du 7 au 12, froid, pluvieux, venteux; du 13 au 17 de nouveau très grandes chaleurs. Je donnerai une idée de ces variations en prenant la moyenne de température que nous fournissent les suites de Bâle, Gurzelen et Genève. Pour ces dernières j'utilise la

moyenne entre les températures du matin et de l'après-midi. Ces chiffres qui n'ont pas de signification absolue, en ont une relative très suffisante.

Août	*1782*	Août	*1782*
1	18.0°	10	13.7°
2	17.2°	11	13.9°
3	17.6°	12	13.7°
4	18.6°	13	17.2°
5	17.8°	14	17.8°
6	17.2°	15	20.3°
7	15.2°	16	20.7°
8	14.1°	17	19.3°
9	13.0°	18	17.4°

Pour apprécier la valeur relative de ces chiffres je calcule de la même manière les moyennes de juin et juillet 1782 et j'obtiens :

juin	1782	19,6°
juillet	»	20.1°

Les journées du 15 et du 16 août en particulier furent extrêmement chaudes ; le 16 à 2 h. du soir, Lubières lisait à son thermomètre 28.8° C. Le même jour la température moyenne de Bâle, moyenne des trois lectures de 7 h., 3 h. et 7 h. soir était de 24.3°, ce qui avec la correction nécessaire de — 1.1° représenterait 23.2° de nos moyenne actuelles [1]. Ce sont des températures très élevées.

[1] D'après les indications de M. le Directeur R. Billwiller à Zurich.

Donc en résumé, avant l'accident de 1782, deux mois de très grandes chaleurs; la veille (ou l'avant-veille) de l'accident, chaleur extraordinaire.

Quant à l'été de 1895, chacun a encore présents à la mémoire la chaleur exceptionnelle, le temps anormalement splendide des mois d'août et de septembre; jusqu'au 10 septembre, veille de l'éboulement de l'Altels, chaleur extraordinaire. Voici comment l'institut météorologique de Zurich dans ses résumés mensuels caractérise ce temps. J'abrège. « Dans la première moitié d'août : temps variable, souvent pluvieux; dans la seconde moitié : temps chaud et sec, continu; les 24 et 25, pluies d'orage. Quant à septembre nos annales météorologiques nous montrent que très rarement ce mois a été aussi constamment beau, chaud et sec que cette année... Dans la première décade on a constaté souvent de très hautes températures. A Zurich du 3 au 10 le maximum a dépassé chaque jour 30°. Dans la matinée du 11 une pluie d'orage a traversé tout le pays et rafraîchi le temps... »

On le voit, l'analogie est très grande entre la température atmosphérique des deux saisons qui ont précédé les éboulements de l'Altels. Dans les deux cas l'accident est arrivé à la suite de chaleurs extrêmement fortes, extrêmement prolongées. Il semble permis d'attribuer la catastrophe à cette anomalie météorologiqne.

Par quel mécanisme une chaleur extraordinaire peut-elle déterminer la rupture d'un glacier suspendu? Je préfère, comme je l'ai dit, m'abstenir de discuter ce point.

Je me contente de conclure que si ma démonstration est reconnue exacte, nous pouvons l'offrir comme une indication précieuse aux intéressés des alpages Winteregg-Spitalmatte et du passage de la Gemmi. Quand le

glacier se sera reformé et aura repris les dimensions qu'il avait dans l'été de 1895, qu'ils se défient des saisons chaudes et sèches.

Quant aux mesures de correction du glacier de l'Altels, qui pourraient empêcher la répètition ultérieure des accidents, ce n'est pas ici le lieu de les discuter. (Voyez Procès-verbaux de la Soc. vaud. sc. nat., séance du 4 décembre 1855.)

DÉFENSE

DES

FACIES DU MALM

(Jurassique supérieur)

PAR

LOUIS ROLLIER.

(*Suite et fin*[1]).

(Avec Planche IV.)

Pichoux.

On recueille au Pichoux dans des calcaires blancs, surmontant les marnes à sphérites, de l'Oxfordien avec *Collyrites bicordata*, *Rhynchonella Thurmanni* et *Ammonites cordatus*, des Pholadomyes du groupe de *P. paucicosta* qui suffisent à M. Koby pour déclarer ces calcaires blancs comme synchroniques des couches du Geissberg. De nouveau l'application exclusive de la paléontologie, sans aucun contrôle stratigraphique pour déterminer la position du gisement. Puis M. Koby nous avoue n'avoir pas compris à quel niveau nous plaçons ces calcaires pholadomyens quand nous les avons inscrits en toutes lettres sur le tableau du parallélisme des faciès du Malm (*Eclogæ*, tome I, nº 3, pl. 3). Mais comment voir en ce

[1] Voir *Archives*, novembre 1895, p. 437.

point des couches du Geissberg? qui ne revêtent nulle part dans le Jura bernois et soleurois les caractères pétrographiques de calcaires blancs, mais partout des marno-calcaires noirâtres alternant avec des marnes foncées, comme du reste au Geissberg. Puis des couches du Geissberg reposant sur l'Oxfordien classique à *Ammonites cordatus*, sans interposition de couches d'Effingen, ni de Birmensdorf, qui dépassent souvent 100 m. de puissance verticale dans le Jura bernois ! C'est pour le moins bien singulier.

Le Dr Greppin dit avoir cherché vainement ici au contact de l'Oxfordien le Glypticien de Liesberg (*Matér.*, 8e livr., p. 212, il les appelle calcaires à myacés, faciès pélagique du Terrain à chailles siliceux, ce qui est parfaitement juste). Nous ne l'avons pas rencontré non plus, mais on peut dire que ces calcaires pholadomyens en tiennent la place, et s'élèvent même plus haut jusqu'au niveau de l'oolithe corallienne. Ils sont en outre si intimément liés par leurs caractères pétrographiques aux bancs coralligènes (Rauracien supérieur) qui les surmontent, que nous ne comprenons pas pourquoi M. Koby ne veut pas admettre que des pholadomyes puissent avoir vécu au sud de St-Ursanne ou en dehors des dépôts coralligènes inférieurs (Glypticien + Zoanthairien d'Etallon), dans les mêmes relations démontrées par Buvignier en 1856 pour les calcaires blancs à pholadomyes de Creuë et le Corallien de la Meuse [1].

Dans l'espoir d'obtenir une série complète du Rauracien au-dessus de ses couches du Geissberg. M. Koby soup-

[1] Voir aussi Wohlgemuth. Note sur l'Oxfordien de l'est du bassin de Paris. *Bull. Soc. géol. de France*, 3me série, t. 10, 1882.

çonne ensuite l'existence d'un niveau glypticien intercalé entre les calcaires à pholadomyes et les bancs coralliens, et qu'on devrait chercher, dit-il, au milieu de la rampe que traverse la galerie du Pichoux. Nous avons examiné tous ces calcaires blancs, ou quelquefois gris et plus argileux comme sont les calcaires hydrauliques, dans la galerie même, par une belle matinée où le soleil l'éclairait suffisamment pour pouvoir y découvrir des fossiles, mais nous n'avons vu que des bancs stériles, comme ils se présentent partout sur la limite sud du massif Rauracien. En outre les pholadomyes ne sont pas abondantes au Pichoux au point d'imprimer un caractère exclusivement argovien aux couches inférieures en question; elles renferment aussi des fossiles coralliens comme *Pseudomelania athleta* recueilli l'an dernier.

Nous ne pouvons donc que confirmer nos conclusions au sujet de la coupe du Pichoux : c'est l'étage Argovien-Rauracien dont la base renferme une faune myacitique dérivée de celle du Terrain à chailles. Le Pholadomyen du Pichoux est d'âge et de position intermédiaires entre celui de Ferrette et celui du Geissberg. Nous l'appelons indifféremment Argovien inférieur ou Rauracien inférieur.

Les Bois.

Sur la colline du village des Bois, du côté de l'ouest et immédiatement au bord de la route de la Ferrière, on voit des calcaires blancs coralligènes rappelant le Dicératien de St-Ursanne. Ils sont en effet du même âge, comme passant sous l'Astartien dans la direction des Aiges. Mais leur épaisseur de quelques mètres seulement nous empêche absolument d'y voir le représentant du Rauracien

complet comme le voudrait M. Koby dans son dernier travail. De plus ils reposent sur des marnes grises à pholadomyes qui sont partout développées à partir de ce point vers le sud-ouest, et que M. de Tribolet a assimilées à bon droit aux couches du Geissberg. C'est le Pholadomyen du Châtelu, de St-Sulpice, etc. Ces marnes passent vers le bas au puissant massif de calcaires blancs qui forment sans interruption depuis la Pautelle et le Rond-Rochat, au sud du Noirmont, les deux crêts nord et sud, de la chaîne de la Pâturatte, et qui passent aux calcaires hydrauliques du côté de la Ferrière et de la Chaux-de-Fonds.

Or, ces calcaires blancs bordent des combes oxfordiennes qui, au Bois-Français, au N.-E. des Bois, nous ont livré les sphérites du Terrain â chailles avec *Rhynchonella Thurmanni.* On trouve en outre à la Pautelle, *à la base des calcaires blancs*, le *Pecten Moreanus*, le *Cidaris florigemma*, gros radioles, et des *Microsolena* siliceux que nous ne pouvons rapporter qu'au niveau du Glypticien de Liesberg, comme il existe à Saignelégier, au Bémont, etc. Nous avons donc ici la superposition des calcaires blancs sur le Glypticien de Liesberg, qui se montre ici pour la dernière fois vers le sud-ouest, pendant que les calcaires blancs se transforment horizontalement en calcaires hydrauliques. Tout cela n'est-il pas clair et concluant ? Que M. Koby et nos confrères du Jura veuillent bien examiner ces gisements, et ils arriveront comme nous à la conclusion que les calcaires hydrauliques avec les couches du Geissberg sont le faciès pélagique ou subpélagique du Rauracien. Nous sommes aux Bois à 40 ou 50 m. au-dessus du Terrain à chailles et du Glypticien ; les marnes pholadomyennes sont ici au niveau du Rau-

racien supérieur, ainsi que les quelques mètres de calcaires coralligènes qu'a fait connaître le géomètre Mathey, et qui s'avancent comme une apophyse dans les marnes pholadomyennes. M. Koby nous reproche d'avoir confondu, dans notre carte géologique des environs de St-Imier, sous la même teinte et les même signes l'Argovien et le Rauracien ; mais c'est la nature qui a fait les choses ainsi; qu'on visite en outre les affleurements du Peu-Claude, du Sonnenberg, au N. de St-Imier, et l'on verra que cet enchevêtrement de niveaux coralligènes et de niveaux marneux à pholadomyes réunissent dans les mêmes limites d'étages le Rauracien et l'Argovien si différents de faune et de constitution minéralogique dans les contrées où ils sont développés l'un à l'exclusion de l'autre. On pourrait sans doute au moyen de signes spéciaux distinguer les dépôts marneux des dépôts coralligènes, mais c'est un travail de détail réservé à l'avenir si le besoin s'en fait sentir. Nous n'avons pas voulu faire figurer chaque couche sur notre carte, mais nous avons tenu avant tout à délimiter nos étages par leur rôle orographique général dans notre territoire relevé au $^1/_{25000}$.

Au fait, si M. Koby, au lieu de nous critiquer à propos de quelques détails qu'il interprète mal, veut bien étudier dans son ensemble le plateau des Franches-Montagnes, il finira bien par admettre nos conclusions.

Seewen.

La coupe de Seewen (canton de Soleure), a été publiée d'une façon sommaire et incomplète par J.-B, Greppin, (Matériaux, 8, livr. p. 66-67). Voici comment elle est

reproduite et déterminée par M. Koby (Mém. soc. pal. vol. 21).

J.-B. Greppin 1870.	F. Koby 1894.
Calcaire jaune et marnes jaunes à échinides 3 m. 30. (Terrain à chailles ou hypocorallien).	Glypticien ou couches de Seewen 1m.
Calc. à *Am. plicatilis* et. calc. exploité 9 m.	Couches du Geissberg.
Calc. et marnes à *Rhynchonella Thurmanni* recouverts	Calc. hydrauliques avec marnes feuilletées d'Effingen.

Nous avons plus d'une fois visité Seewen et ses environs, aussi bien que n'ayant pas encore publié nos observations sur ce territoire, sommes-nous en mesure d'en rapporter les gisements à ceux que nous venons d'examiner, et de discuter les opinions contradictoires émises à leur sujet. Ainsi, la marne jaune à de nombreux échinides dont M. E. Greppin dans son étude sur les mollusques des couches coralligènes des environs d'Oberbuchsiten fait le type de ses couches de Seewen[1], serait tout simplement du Glypticien de Liesberg pour M. Koby et pour J.-B. Greppin. Mais il n'en est rien, la faune d'échinides de Seewen se rapproche davantage de celle de Develier-dessus, près de Délémont, avec ses beaux *Pygurus tenuis*, etc., que l'on peut voir dans la collection Mathey au Polytechnicum de Zurich. Bien plus, l'ordre de superposition des couches en fait du Rauracien supérieur.

En effet, les calcaires à Périsphinctes de ci-dessus qui rappellent les calcaires pholadomyens du Pichoux,

[1] A coup sûr mal choisi, puisqu'il y a déjà des couches de Seewen (Canton de Schwytz) appartenant au Crétacique supérieur.

s'étendent depuis Seewen à Fulnau et à Grellingen où ils se relient intimément au Rauracien, par dessus le Glypticien de Liesberg. On les retrouve aussi plus au nord, sur la route de Büren où ils recouvrent l'Oxfordien supérieur. Puis on trouve derrière l'église de Seewen, c'est-à-dire au sommet de la colline où le Rauracien se montre pour la dernière fois vers le sud, des calcaires marneux jaunes à échinides, qui sans être aussi riches que ceux de la carrière au sud de Seewen montrent du moins la possibilité de retrouver les oursins du Glypticien de Liesberg à un niveau plus élevé. c'est-à-dire au sommet du Rauracien. (Voir Pl. IV, fig. 1).

Le Dr Greppin a-t-il recueilli le *Rhynchonella Thurmanni* à la base de la coupe de Seewen? Nous ne pouvons l'affirmer, mais il est certain qu'à l'étang de la Säge (Baslerweier), c'est-à-dire au pied des affleurements en question, existent les marnes oxfordiennes à fossiles pyriteux, puisque c'est de cette localité que J.-B. Greppin décrit son *Ammonites scaphites* pyriteux (Matériaux, 8e livr., p. 340) qui n'est probablement qu'une variété difforme de l'*Ammon (Peltoceras) Arduennensis* d'Orb,, également recueilli à Seewen.

En outre, dans la combe oxfordienne de Rechtenbergmatten, une nouvelle tranchée de chemin, au-dessous des calcaires blancs à *Ammon, plicatilis* et *Schilli,* qui rappellent déjà les Birmensdorferschichten et en occupent en effet le niveau, on peut observer les marnes noires à sphérites, c'est-à-dire l'Oxfordien supérieur, où nous avons recueilli *Am. Erato* d'Orb. et *Arca concinna* Phil. Ce gisement montre d'une façon indubitable que *la série de Seewen repose sur les marnes à sphérites de l'Oxfordien supérieur*. Voici du reste la coupe plus exactement que ci-dessus :

4-5 m. Calcaires jaunes, rocailleux, à débris siliceux et fossiles coralligènes : *Microsolena, Cidaris florigemma, Ostrea rastellaris,*etc.

2 m. Marno-calcaires jaunes à nombreux oursins : *Stomechinus perlatus, Hemicidaris crenularis, Terebratula insignis, Rhynchonella helvetica, Pecten subtextorius* et nombreux *Montlivaultia.*

2-3 m. dans la carrière. Calcaires compacts, d'un jaune bistre, suboolithiques, à cassure esquilleuse, contenant des fossiles analogues aux couches sus-jacentes, et très difficiles à extraire. On recueille plus aisément de gros fragments de l'*Am. Achilles*, et des Pholadomyes du groupe de *Ph. paucicosta* Röm.

Cette coupe de la carrière de Seewen peut être complétée par les affleurements de la rampe sous-jacente, ainsi que le long de la route où tous les bancs sont visibles en série régulière avec une faible inclinaison au sud.

Les calcaires jaune bistre à Am. Achilles forment un massif d'au moins 10 m. d'épaisseur. Puis viennent au-dessous :

6-7 m. Calcaires marneux avec lits de marnes feuilletées grises, peu de fossiles (couches d'Effingen).

10 m. Calcaires blancs, conchoïdes à Pholadomyes (*P. concelata* Ag.), passant latéralement dans la colline de l'église à des calcaires coralligènes de la base du Rauracien.

Oxfordien dans l'étang dit Baslerweier (Voir Pl. IV, fig. 1).

On voit donc par les caractères mixtes des roches de cette série, que le Rauracien normal qui s'observe immédiatement au nord de Seewen et à la colline de l'église de Seewen, cesse de s'étendre vers le sud, et qu'il revêt en partie les caractères de l'Argovien.

Les calcaires à Amm. Achilles font place, sur la route de Reigoldswyl et sur celle de Bretzwyl, à des marno-calcaires qui renferment les pholadomyes des couches du Geissberg, tandis que les calcaires blancs de la base reparaissent à Gausnacht sous la forme de calcaires hydrauliques. Nous entrons à Reigoldswyl dans la région des faciès argoviens, comme à Envelier, à Moutier, etc., où les couches du Geissberg sont surmontées par les dépôts coralligènes de la base du Séquanien (Crenularisschichten). On en trouve une bonne coupe sur la route de Gausnacht à Reigoldswyl où l'Astartien est déjà confondu dans le massif coralligène séquanien, de même qu'aux Wasserfalle où il est surmonté par des bancs d'oolithe rousse rappelant encore l'Astartien du Jura bernois.

M. Koby considère ce massif coralligène d'environ 30 m. d'épaisseur, comme le représentant du Rauracien (80-120 m.) du Jura septentrional, et il ajoute que, dans le crêt nord de la chaîne du Passwang, ce massif se réduit brusquement au Rauracien inférieur, qui représentera tout l'étage du côté de l'Argovie. C'est avec le synclinal des Wasserfalle que coïnciderait la bordure ou limite sud du récif corallien. Il n'est pas nécessaire d'entrer dans beaucoup de détails pour montrer que cette considération est illusoire, et que l'observation sur laquelle elle se base est tout à fait erronée. La carte au $^{1}/_{25000}$ ne montre-t-elle pas des arêtes rocheuses très accentuées sur le flanc nord de la chaîne du Passwang? Or ces arêtes qui forment une épaisseur de couches considérable (Vogelberg, Gaiten), sont constituées par des roches compactes, à structure grenue ou oolithique, et sont coralligènes dans toute leur épaisseur comme aux Wasserfalle. Au point indiqué par M. Koby, il y a 30 m. de calcaires

coralligènes, sans compter les parties plus marneuses du Séquanien moyen. Seulement au lieu de les voir en corniches, les couches redressées s'observent sur une ligne horizontale. Plus au sud, dans la gorge de Mümmliswyl, comme à la Klus de Balsthal, le Séquanien formé presque entièrement de calcaires oolithiques à débris d'huîtres et de coraux, atteint une épaisseur plus grande encore que tout ce que l'on voit aux Wasserfalle au-dessus des couches du Geissberg. Tel est l'étage Séquanien, si important dans l'orographie des chaînes méridionales. Les Wasserfalle, Gausnacht, etc., ne montrent pas autre chose que la base du Séquanien. Il est vrai qu'à partir d'Olten vers l'Argovie, les couches à *H. crenularis (intermedia)* diminuent considérablement d'épaisseur. Mais ce n'est pas entre le Passwang et les Wasserfalle qu'on observe cette réduction, qui du reste n'a rien de commun avec le soi-disant récif du Rauracien. En résumé les faits sont les suivants :

	N. de Seewen.	S. de Seewen.	
	Polypiers et échinides séquaniens de Gempen-Hochwald.	Couches coralligènes de Gausnacht, Bretzwyl. etc. (Crenularisschichten).	
Rauracien.	Massif corallien de Büren, Gempen; couches à échinides de Seewen.	Marno-calcaires gris de Bretzwyl (Couches du Geissberg).	Argovien.
	Massif de calcaires pâles à Périsphinctes; glypticien de Gempen.	Massif de calcaires dits hydrauliques de Gausnacht, avec Périsphinctes, etc.	
	Terrain à chailles (sphérites et marnes).	Terrain à chailles (sphérites et marnes).	

D'après le tableau de Pl. VII de son Mémoire sur les environs d'Oberbuchsiten (Soc. pal. suisse, vol. 20), M. E. Greppin interprète autrement que M. Koby la position des couches de Seewen : il en fait du Rauracien supérieur,

ce en quoi il a raison; mais il les place au-dessus des Crenularisschichten d'Argovie, superposition à renverser (Gausnacht) pour être dans le vrai, ce qui montre que les Crenularisschichten ne sont pas l'équivalent synchronique du Glypticien de Liesberg, mais bien du Séquanien inférieur. Il obtient de cette façon pour les chaînes méridionales un soi-disant Rauracien composé de deux termes qu'il parallélise avec le vrai Rauracien du Jura septentrional.

Le parallélisme de M. E. Greppin a un certain degré de vraisemblance quand on ne considère que le Jura, depuis Waldenbourg à Günsberg. Or, ce n'est pas dans cette région que s'opère la transformation des faciès, mais bien aux bords du plateau de Gempen c'est-à-dire à Seewen, comme nous venons de le voir. MM. Mühlberg et Schmidt admettent les mêmes relations. C'est du reste la classification de Merian, de Müller et de M. Lang diminuée des couches de Ste-Vérène ou de Wangen qui sont incontestablement du Séquanien supérieur, et non du Rauracien. Mais en remontant ainsi d'un étage les couches de Wangen, que devient l'Astartien? Un groupe de 70 m. d'épaisseur, avec plusieurs faunes superposées devrait aboutir à une lacune entre les couches de Wangen et les Crenularisschichlen? Cette seule considération, à part le mélange de faunes séquaniennes constaté à ce niveau à Moutier et ailleurs, prouve que les couches à *Magellania humeralis* qui composent l'Astarlien doivent trouver leur équivalent dans les couches à *Hemicidaris intermedia* et *crenularis*, plus les calcaires stériles [?] (20 m.) des coupes de M. Greppin, c'est-à-dire dans son soi-disant Rauracien pour le moins. Le parallélisme de M. Greppin est basé sur ce qu'il croit être la couche de See-

wen au N. de Günsberg, au Krüttliberg, etc. Or la couche à échinides de Seewen ne se retrouve déjà plus à Bretzwyl où elle disparaît dans les couches du Geissberg (Niederdorf). Par contre les Crenularisschichten arrivent depuis Günsberg par les Wasserfalle à Bretzywyl et à Hochwald d'abord sur l'Argovien, puis sur le Rauracien, qui passent l'un à l'autre, comme nous l'avons vu. La couche à échinides de Seewen est fort différente par sa composition des Crenularischichten. Elle n'a de commun avec ces dernières que ses échinides, desquels on ne peut rien conclure, mais les coraux et les oolithes manquent, c'est un dépôt d'eau plus profonde avec ses nombreux *Montlivaultia*, sur les confins du massif Rauracien, tandis que le gisement à échinides de Hochwald incontestablement séquanien [1] reproduit mieux les caractères des Crenularisschichten.

Sans doute, il peut y avoir des localités où les Crenularisschichten commencent un peu plus tôt qu'ailleurs, c'est-à-dire qu'elles peuvent empiéter par en bas sur les couches du Geissberg ; mais ce détail ne change absolument rien aux grands traits de notre parallélisme et à nos conclusions sur les mouvements de la mer jurassique. Aux abords du massif rauracien, il doit en être parfois ainsi, car les dépôts coralligènes de la base du Séquanien dérivent directement de ceux du Rauracien, comme l'indiquent les faits signalés aux Franches-Montagnes, à Moutier, et peut-être aussi dans le beau gisement de Gilley (Doubs), découvert par MM. Kilian et Jaccard. C'est au fond ce qu'il peut y avoir de vrai dans les critiques de MM. Koby et Greppin qui portent justement sur

[1] V. Collections Mathey à Zurich et Greppin à Strasbourg.

des gisements situés sur la limite sud de l'extension géographique du Rauracien. Mais quant à voir dans ces couches de passage le représentant du Rauracien complet, c'est ce que nous ne croyons pas fondé.

Zones d'ammonites de l'Oxfordien.

M. E. Greppin est le seul de nos confrères, qui tout en rejetant notre parallélisme, se donne la peine d'examiner la base sur laquelle il repose. Les autres semblent admettre à priori, ou concluent du moins, qu'il faut chercher dans l'Oxfordien ou dans le Terrain à chailles (10-30^{m}) l'équivalent de l'Argovien tout entier (100-200^{m} de dépôts). C'est du reste, basée sur de simples apparences, l'opinion la plus généralement répandue, à partir de Marcou [1], Mérian [2], et d'autres géologues jurassiens, tandis que Thurmann, Gressly, Greppin et d'autres, voyaient dans les calcaires à scyphies, le représentant des marnes oxfordiennes et même du Kelloway-rock (Essai sur les soulèvemens jurassiques, p. 26). M. Choffat [3] a donné du parallélisme de J. B. Greppin une explication que nous avons déjà réfutée dans notre première étude, mais que M. E. Greppin cherche à maintenir, c'est pourquoi nous discuterons ici la question sur les données même de M. E. Greppin dans son tableau (Mém. soc. pal. suisse, vol. 20, pl. VIII).

M. E. Greppin a parfaitement distingué dans sa coupe de Günsberg et d'Oberbuchsiten, au-dessous des couches

[1] *Bull. Soc. géol. France,* 2e série, t. 3, p. 505, 1846.

[2] *Verhandl. Basel*, n° 10, p. 141, 1851.

[3] Esquisse de l'oxfordien in *Mém. de la Soc. d'émulation du Doubs*, 5e série, t. 3, p. 87 de l'extrait.

de Birmensdorf, deux minces dépôts d'oolithes ferrugineuses, l'un inférieur à *Ammonites athleta*, l'autre supérieur à *Ammonites cordatus*. M. Mösch a également séparé les faunes d'ammonites qu'ils renfermant dans le Jura argovien (Beiträge, 4e Lief. p. 108-109). Dans nos travaux antérieurs, nous nous sommes efforcé de montrer l'importance de ces deux faunes que Jaccard a toujours confondues dans le Jura neuchâtelois et vaudois (Matér., 6e liv., p. 213, et 7e livr. 1er suppl. p. 9, 2e suppl. p. 267 et 269). Mais on ne les trouve pas toujours superposées et différentes de caractères minéralogiques comme à Herznach (marne jaune d'or de M. Mayer avec *Am. cordatus* et oolithe rouge tuile à *Am. athleta*).

Il arrive souvent (Chaux-de-Fonds, Chasseral, Staffelegg) que la couche à *Ammonites cordatus* repose directement sur la Dalle nacrée, mais c'est toujours *dans une ligne située plus au sud que celle où les deux dépôts existent simultanément*. Le cas inverse, c'est-à-dire celui où l'oolithe ferrugineuse à *Am. athleta* reposerait sur la Dalle nacrée, sans être surmontée par les couches à *Am. cordatus* (avec ou sans celles à *Am. Lamberti*), n'est pas connu dans notre Jura. Mais il y a des localités comme Fretreules et Birmensdorf, où les couches de Birmensdorf reposent sans interposition d'oolithe ferrugineuse, c'est-à-dire directement sur la Dalle sacrée, et cela arrive sur une ligne située encore plus au sud que la première.

En nous basant maintenant sur les faunes d'ammonites que contiennent ces minces dépôts d'oolithes ferrugineuses, nous pouvons dire: l'Oolithe ferrugineuse à *Am. cordatus* est synchronique du Terrain à chailles, et l'Oolite ferrugineuse à *Am. athleta* est synchronique des Couches de Clucy de M. Marcou. Mais les marnes

oxfordiennes de Châtillon, à *Amm. Lamberti, Mariae*, etc., c'est-à-dire les marnes de Villers, de M. Douvillé, où sont-elles représentées dans nos dépôts ferrugineux ? La réponse est toute naturelle, étant donnée la réduction ou le manque des deux autres zones suivant les localités, on peut dire sûrement : il y a des *lacunes stratigraphiques* dans nos chaînes méridionales du Jura et en Argovie, correspondant aux dépôts oxfordiens de Franche-Comté et de Normandie. Nous l'avons dit plus d'une fois, et nous le répéterons tant que les zones d'ammonites auront une valeur stratigraphique incontestée. Voilà la base de notre parallélisme [1] que nous posons donc comme suit :

Glypticien de Liesberg.	Spongitien de Birmensdorf.
Terrain à chailles et couches à *Am. cordatus.*	Lacunes.
Marnes à *Am. Lamberti.*	
Couches à *Am. athleta.*	
Dalle nacrée.	

Le parallélisme entrevu par M. Choffat et appuyé par M. Greppin pourrait être représenté par le schéma suivant :

[1] M. Attale Riche est arrivé aux mêmes conclusions dans son Étude sur le Jura méridional (*Annales de l'Univ. de Lyon*, t. VI, 3e fasc,), tableau I. Seulement cet auteur maintient, contre l'opinion de M. Douvillé, les limites de d'Orbigny pour ses étages Callovien et Oxfordien. De cette façon l'Oxfordien ne renferme plus que la partie supérieure de l'Oxford-clay, tandis que la masse principale de ces marnes est réunie au Kelloway-rock. Puis le coral-rag risque de passer dans l'Oxfordien, comme quelques auteurs l'ont proposé, ce qui nous paraît très regrettable.

Glypticien.		Crenularisschichten.
Terrain à chailles.	Couches de Birmensdorf.	Couches du Geissberg.
Marnes à *Am. Lamberti* (et A. Renggeri).		Couches d'Effingen.
Couches à *Am. athleta*, et Ool. ferrugin. à *Am. cordatus.*		
Dalle nacrée.		

Ce parallélisme est illusoire, parce que :

1° la zone à *Ammonites cordatus* occupe partout en Europe un niveau supérieur à celles de l'*Am. athleta* et de l'*Am. Lamberti.*

2° la faune d'ammonites des couches ferrugineuses à *Am. cordatus* du Jura est exactement celle du Terrain à chailles [1].

3° les couches à *Am. cordatus* avec le Terrain à chailles reposent partout en transgression sur les niveaux oxfordiens inférieurs, et les couches de Birmensdorf en transgression sur les couches à *Ammonites cordatus* dans la direction du sud.

M. Choffat entrevoit l'inverse dans son parallélisme, c'est-à-dire les niveaux oxfordiens en régression les uns sur les autres dans la direction du N.-W., avec une invasion progressive ou transgression des couches de Birmensdorf dans cette direction, pendant le dépôt de l'Ox-

[1] Voir les listes publiées sur ce terrain par Köchlin-Schlumberger : *Description géologique et minéralogique du Haut-Rhin*, gr. in-8, Mulhouse. 1866, t. I, p. 370-371; Andreae : *Abhandl. zur geol. Specialkarte von Elsass-Lothringen*, Bd. IV, Heft 3, p. 6; Tornquist : *Mém. Soc. pal. suisse*, vol. 21.

fordien, ce que contredisent toutes les observations que nous avons pu faire.

On ne voit pas non plus le Glypticien passer aux Crenularisschichten, ainsi que nous l'avons démontré plus haut, mais bien aux couches de Birmensdorf (Graitery, Montoz, Franches-Montagnes. etc.).

Le premier tableau seul est l'expression de la nature, et résume clairement tous les faits connus jusqu'ici dans le Jura relativement à l'Oxfordien, (sensu stricto). L'Argovien repose partout sur l'Oxfordien et ses 150-200 m. de couches marno-calcaires le placent au niveau du Rauracien où nous avons vu avoir lieu en effet les mélanges de faunes entre ces deux étages. Les faunes d'ammonites de l'Argovien sont aussi toutes nouvelles, et complètement différentes de celles de l'Oxfordien. Nous ne connaissons pas une seule localité, parmi les centaines de gisements visités dans le Jura où les ammonites de l'Argovien seraient mélangées à celles de l'Oxfordien.

Les relations que nous venons d'établir montrent donc que les dépôts coralligènes qui surmontent l'Argovien doivent occuper un niveau supérieur à ceux du Rauracien, et qu'il y a dans la région qui nous occupe au moins deux Glypticiens d'âge bien différent, séparés par un étage entier : le GLYPTICIEN DE LIESBERG ou *Rauracien inférieur*, et le GLYPTICIEN DE GÜNSBERG (Crenularisschichten de M. Mösch) ou *Séquanien inférieur*. Comme conclusion, nous invitons nos confrères paléontologistes à ne pas confondre ces deux dépôts en un seul niveau, et nous leur recommandons de bien vouloir examiner les deux faunes séparément, qui certes, d'après ce que nous en connaissons jusqu'ici, diffèrent autant entre elles que la faune dicératienne de St-Ursanne (Rauracien supé-

rieur) diffère de celle de Wangen et Ste-Vérène (Séquanien supérieur).

Il nous reste à examiner une forme de parallélisme que l'on pourrait invoquer à l'encontre de nos relations de faciès si difficilement admises entre l'Argovien et le Rauracien, ce serait la pénétration en coins des étages de l'Argovie dans ceux du Jura franc-comtois. Ainsi l'Oxfordien se terminerait en biseau sous l'Argovien, l'Argovien en ferait autant entre l'Oxfordien et le Rauracien ; puis ce dernier irait s'atténuant en épaisseur à la rencontre des Crenularisschichten, comme le voudraient nos confrères du Jura. Bien que cette explication soit parfaitement admissible en théorie, elle ne soutient pas l'examen, comme nous l'avons dit, en présence de l'enchevêtrement du Rauracien et de l'Argovien aux Franches-Montagnes, à Moutier, etc. Ce serait du reste pour un territoire restreint et situé en pleine mer, un processus sédimentaire bien compliqué, avec des lacunes alternatives de part et d'autre. Franchement, cette explication doit paraître encore plus inadmissible que notre théorie des faciès; qui, nous l'espérons, passera bientôt dans le domaine des faits positifs et acquis à la science.

Les lacunes n'existent chez nous qu'entre le Dogger et le Malm, et nous pouvons les mettre en parallèle avec celles qui ont été reconnues en France, en Allemagne, et en Russie ; elles ont une grande importance géohistorique; nous en parlerons plus tard d'une façon plus générale.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur les contradictions que renferment les mémoires de nos confrères, non plus que sur les changements d'opinion qu'au cours de ces dernières années, ils ont été obligés d'opérer en

faveur de notre parallélisme[1]. Laissons donc le temps faire son œuvre. Ce qui manque le plus aujourd'hui, ce sont des vues d'ensemble qui viendront bien mettre d'accord nos classifications géologiques, et feront accepter pour nos dépôts jurassiques supérieurs des relations de faciès beaucoup plus intéressantes que le cadre étroit du système généralement appliqué au Jura.

Strasbourg, juin-juillet 1895.

[1] Comparez pour cela :

F. Koby: Rauracien inférieur: Mém. Soc. pal. suisse, vol. 19. p. 377. p. 407 / Verhandl. Basel, Bd. 10, p. 253	—	Mém.soc.pal.suisse, vol. 21, p. 119, (couches de Wangen).
F. Koby : Monogr. des polypiers jur. Mém. soc. pal. suisse, vol. 16, p. 511.	—	Mém.soc.pal.suisse, vol. 21, p. 125-127.
(Corallien de Seewen, Gempen, Hochwald).		
F. Koby: Monogr. Polyp. Mém. pal. vol. 16, p. 512.	—	Mém.soc.pal.suisse, vol. 21, p. 122.
(Niveaux coralliens des chaînes méridionales).		
F. Koby: Monogr. Polyp. Mém. pal. vol. 16, p. 503-504.	—	Mém.soc.pal.suisse, vol. 21, p. 104.
(Günsberg).		
F. Koby : Rauracien inf. Mém. pal. vol. 19, p. 413.	—	Eod. loc. p. 413.
(Contradiction entre l'existence d'un récif rauracien et de nappes coralligènes).		
E. Greppin: Oberbuchsiten. Mém. pal. vol. 20. p. 15 et tableau.	—	Eod. loc. p. 17.
(Seewen et Günsberg).		

CUIVRAGE GALVANIQUE

DE

L'ALUMINIUM

PAR

Charles MARGOT

Préparateur au Cabinet de physique de l'Université de Genève.

(Communiqué à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève dans sa séance du 7 novembre 1895.)

Le recouvrement de l'aluminium par d'autres métaux au moyen du courant électrique n'a donné jusqu'à ce jour que des résultats défectueux, que l'on peut attribuer en partie à la nature des bains employés qui corrodent l'aluminium, mais surtout à la présence d'une pellicule d'alumine qui fait obstacle au contact parfait des surfaces métalliques. Aussi le métal déposé sur l'aluminium par voie galvanique se présente-t-il bien à l'état pulvérulent, ou s'il est franchement métallique, c'est le cas du dépôt de cuivre effectué dans un bain de sulfate de cuivre, il se détache en larges écailles à la moindre flexion de la pièce ou sous la pression d'un brunissoir. La réussite du cuivrage de l'aluminium offre un intérêt considérable pour l'industrie, car, par cet intermédiaire, l'argenture, la dorure ou le nickelage de ce métal pourraient aisément se réaliser. Ce métal léger se prêtant à la création d'une foule d'objets d'utilité courante ou de luxe, serait plus vite adopté s'il se présentait sous un aspect plus engageant et à l'abri de la patine terne qu'il prend à l'usage.

Le problème à résoudre pour obtenir l'adhérence du

dépôt de cuivre consiste essentiellement à débarrasser le métal de la couche d'oxyde qui le recouvre lors de la mise au bain, et d'en prévenir la formation ultérieure dans le bain de cuivrage lui-même. L'observation suivante, faite au cours des essais que nous avons entrepris dans ce but, nous a indiqué la voie à suivre.

Lorsqu'on décape une feuille d'aluminium dans l'acide chlorhydrique, mieux dans une solution chaude et peu concentrée de cet acide, et qu'on la plonge ensuite dans un bain de sulfate de cuivre, on remarque un dégagement de gaz très abondant et l'aluminium se recouvre instantanément d'une couche de cuivre spongieux et peu adhérent. Le même fait ne se produit pas avec l'aluminium plongé dans le bain de cuivre sans l'avoir préalablement immergé dans une solution d'acide chlorhydrique.

Ce procédé très imparfait ne donne, ainsi qu'il est dit plus haut, qu'un dépôt pulvérulent et sans adhérence ; il n'en est plus de même en opérant de la manière suivante : l'objet à cuivrer, en aluminium pur, est préalablement décapé dans une solution chaude de carbonate alcalin, soude ou potasse, de façon à rendre la surface striée et poreuse. Cet état de porosité de la surface est nécessaire pour faciliter l'adhérence du métal déposé. L'objet est ensuite lavé à grande eau, soigneusement nettoyé et brossé ; puis on l'immerge pendant quelques instants dans une solution chaude et diluée de $^1/_{10}$ à $^1/_{20}$ d'acide chlorhydrique. Cette solution attaquant le métal, le recouvre d'une couche de chlorure d'aluminium, qui le met à l'abri de l'oxydation ; puis l'objet est immergé un temps très court dans un baquet d'eau. L'excès de chlore disparaît, mais il en reste suffisamment dans les pores du métal pour que, par l'immersion dans une solution peu

concentrée et légèrement acide de sulfate de cuivre, il se produise un beau dépôt adhérent de cuivre sur l'aluminium, tandis qu'un dégagement abondant de gaz se manifeste. Ce premier dépôt de cuivre peut être suffisant dans bien des cas, mais il peut être continué par le courant électrique. On peut même faire les deux opérations simultanément, c'est-à-dire mettre l'objet à cuivrer en contact avec une source d'électricité de façon que le courant électrique passe à travers le bain de sulfate de cuivre au moment même où l'objet y est plongé. Cependant il est préférable d'opérer un cuivrage préalable par simple immersion dans le bain de cuivre, et, après un lavage à grande eau, de le terminer par un courant électrique. Comme on le sait, l'aluminium n'est pas attaqué sensiblement à froid par l'acide sulfurique pur ou dilué, ni même en présence d'un autre métal, et il ne précipite pas non plus le cuivre du sulfate de cuivre, ce que font par exemple le fer, le zinc et d'autres métaux avec une grande énergie ; le phénomène change entièrement de nature si la surface de l'aluminium retient des traces de chlore libre ou combiné sous la forme de chlorure d'aluminium. On peut supposer que le chlore agit comme un intermédiaire, qui provoque par une suite de réactions l'attaque continue de l'aluminium. En effet, on peut admettre que le chlore se combine au métal pour former du chlorure d'aluminium, lequel est lui-même décomposé par l'acide sulfurique pour former du sulfate d'alumine soluble, tandis que le chlore mis de nouveau en liberté reforme du chlorure d'aluminium et que le cuivre de même libéré se dépose sur l'aluminium, très heureusement pour le but à atteindre, non à l'état pulvérulent, mais métallique et adhérent. L'action chimique une fois commencée

persiste jusqu'à décomposition complète du bain de cuivrage, aussi, trop prolongée, devient-elle préjudiciable à la solidité du dépôt de cuivre, le métal sous-jacent continuant à être attaqué visiblement, tandis que le dégagement de gaz tend à soulever le cuivre. La première couche obtenue en quelques secondes par simple trempage, il est nécessaire de laver l'objet dans l'eau courante, et de le mettre seulement alors en communication avec le courant électrique. Le dégagement de gaz, ainsi que toute attaque nuisible, cessent complètement par la disparition des dernières traces de chlore ou de chlorure d'aluminium, et le cuivre se dépose régulièrement jusqu'à l'épaisseur que l'on juge suffisante d'obtenir.

La manière d'opérer peut donc être résumée :

1° Décapage au moyen d'un carbonate alcalin pour rendre la surface de l'aluminium striée et poreuse.

2° Après un fort lavage à l'eau courante, immersion dans une solution chaude d'acide chlorhydrique au $^1/_{20}$ environ.

3° Lavage superficiel à l'eau pure.

4° Mise au bain de simple trempé dans une solution peu concentrée et légèrement acide de sulfate de cuivre jusqu'à obtention d'un dépôt uniforme.

5° De nouveau lavage à grande eau pour chasser toute trace de chlore.

6° Mise au bain traversé par le courant électrique.

L'aluminium cuivreux (celui que l'on utilise pour sa grande résistance mécanique est à 6 $^0/_0$ de cuivre) se laisse aussi facilement recouvrir que l'aluminium pur. Le décapage ne doit alors pas se faire aux carbonates alcalins, mais dans une solution chaude et diluée d'acide nitrique qui produit une surface mate très belle et extrêmement

blanche. Cet alliage se laisse remarquablement bien cuivrer par la méthode du simple trempage, après immersion dans le bain d'acide chlorhydrique, mais on peut aussi, sans cette précaution préalable, le cuivrer directement par voie électrique et obtenir un dépôt adhérent.

La formation d'une couche d'oxyde qui tend constamment à se former sur l'aluminium peut être démontrée par la variante suivante d'une expérience due à Van der Weyde (Du rôle de l'aluminium dans les couples voltaïques. *Lumière électrique*, 1887, t. XXIII), et dont l'auteur attribue le résultat à la présence d'une couche d'oxygène sur l'aluminium.

Si l'on emploie dans l'électrolyse du sulfate de cuivre une anode en cuivre et une cathode en aluminium, et que l'on fasse passer le courant, par conséquent dans l'intérieur de l'électrolyte du cuivre à l'aluminium, la résistance du bain est la même que si les deux électrodes étaient en cuivre, l'intensité du courant dépendant du nombre d'éléments employés et de la résistance du bain. Le cuivre se dépose donc sur l'aluminium d'une façon normale. Par contre, si l'on renverse le sens du courant, de telle sorte qu'il chemine de l'aluminium au cuivre, l'oxygène naissant se dégageant sur la lame d'aluminium, l'oxyde et forme ainsi une pellicule qui offre une résistance telle au passage du courant que celui-ci cesse presque entièrement. On peut même augmenter graduellement la force électromotrice de la pile (nous avons poussé l'expérience jusqu'à 20 voltes) sans produire une augmentation proportionnelle de courant avec le nombre des éléments employés. Ce n'est pas à proprement parler un phénomène de polarisation de la lame d'aluminium, cette force contre-électro-motrice serait assez vite dépassée, mais bien une résistance due à la formation d'une couche d'alumine. A cette occasion. M. van der Weyde faisait observer très justement que c'est à tort que l'on trouve souvent cité l'emploi de l'aluminium pour remplacer le platine dans la pile de Grove, un phénomène identique au précédent se produisant sur la lame d'aluminium, qu'il attribue à la présence d'une couche d'oxygène mais non d'oxyde, ainsi que nous le supposons ici. L'expérience montre en effet que la pile de Grove ainsi modifiée ne produit plus qu'un très faible courant électrique.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

St. v. Kostanecki et J. Tambor. Sur la constitution de la fisétine (*Berichte,* XXVIII, p. 2302, Berne).

On sait, d'après des travaux antérieurs, que la *quercétine* correspond à la formule de constitution :

OH
O
OH C—— OH
C(OH)
OH CO

La *fisétine* s'en distingue en ce sens qu'elle renferme à la place du résidu de la phloroglucine le résidu de la résorcine, elle doit donc correspondre à l'une des deux formules :

OH
O
I C—— OH
C(OH)
OH CO
(1)

OH
(3) O
OH C—— OH
II
C(OH)

La seconde formule est seule possible, car la fisétine se transforme facilement en dérivé tetraalcoylé et l'on sait, d'après les recherches de l'un des auteurs et de Dreher (*Arch.*: t. 29, p. 639) que l'hydroxyle de l'oxyanthrone, qui se trouve dans le noyau benzènique en position ortho relative-

ment au carbonyle ne se laisse pas éthérifier dans les conditions ordinaires; cette remarque s'appliquant aux matières colorantes du groupe de la chrysine, on peut en déduire par analogie que la formule I n'est pas admissible pour la fisétine. Cependant les auteurs ont cherché d'autres preuves en faveur de la formule proposée.

D'après les recherches d'Herzig sur la fisétine on sait que la tetraéthylfisétine se décompose par ébullition avec la potasse alcoolique en acide diéthylprotocatéchique et en diéthylfisétol.

Si la formule proposée est juste, le fisétol doit avoir une structure asymétrique et représenter une resacétophénone hydroxylée dans la chaîne latérale

$$C^2H^5O\text{—}C_6H_3{<}^{O\text{—}C\text{—}C_6H_3(OC^2H^5)_2}_{CO\text{—}C(OC^2H^5)} + 2H^2O =$$

$$= C^2H^5O\text{—}C_6H_3{<}^{OH}_{COCH^2(OC^2H^5)}$$

Diéthylfisétole.

$$+ \; C^6H^3{<}^{(OC^2H^5)_2}_{COOH}$$

acide diéthylprotocatechique.

Or les auteurs ont pu constater expérimentalement les relations entre le fisétol et la résacétophénone, car la monoéthylrésacétophénone fournit par oxydation le même acide monoéthylrésorcylique

$$C_6H_3(OC^2H^5)(OH)(COOH)$$

que celui qui a été isolé par Herzig comme produit final de l'oxydation du diéthylfisétol. Les auteurs ont aussi identifié l'acide éthylrésorcylique ainsi obtenu avec un acide préparé par éthylation de l'acide β résorcylique. On peut donc considérer la seconde formule indiquée ci-dessus comme étant réellement celle de la fisétine.

F. R.

F. FEIST. SUR LE DICÉTOHEXAMÉTHYLÈNE (*Berichte*, XXVIII. 738, Zurich).

L'auteur a distillé du succinate de calcium et en lavant les huiles obtenues, par l'eau, il a pu isoler de la solution aqueuse, par une série de traitements assez délicats, un produit cristallisant de la ligroïne, en fines aiguilles, fusibles à 78° qu'il a identifiées avec le dicétohexaméthylène; le rendement est très faible.

A. WERNER et H. BUSS. OBSERVATIONS RELATIVES AUX ACIDES NITROLIQUES (*Berichte*, XXVIII, 1280, Zurich).

Les auteurs montrent qu'on peut obtenir des dérivés éthérés cristallisés des acides nitroliques, en traitant la solution alcaline dans laquelle on l'obtient, par un chlorure d'acide aromatique, le chlorure de benzyle ou celui de l'acide benzène sulfonique. Ces dérivés sont plus stables que les acides eux-mêmes ; la combinaison benzoylée de l'acide amylnitrolique

$$\begin{array}{l} CH_3(CH_2)_3CNO_2 \\ \qquad\qquad\quad | \\ \qquad\qquad\quad NOCOC_6H_5 \end{array}$$

fond à 83°, la combinaison benzènesulfonique de l'acide éthylnitrolique fond à 90-91°.

L'acide chlorhydrique en agissant sur une solution éthérée d'acide nitrolique, ne donne pas simplement comme pour les oximes un chlorhydrate; mais il y a production d'un composé chloré de substitution et obtention du chlorhydrate de celui-ci. Les éthers se comportent de même.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIETE DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENEVE

Séance du 4 juillet 1895.

Cailler. Mouvement d'une planète dans un milieu résistant. — A. Le Royer et A. Delebecque. Sur les gaz dissous au fond du lac de Genève. — M. Micheli. Iris Delavayi.

M. Cailler communique un résultat obtenu par lui dans un cas particulier du *mouvement d'une planète dans un milieu résistant.* Ce problème est ordinairement résolu par approximation, à l'aide de la méthode de la variation des constantes : après avoir rappelé la simplification apportée par Jacobi à sa solution rigoureuse, M. Cailler montre comment, dans le cas d'une résistance proportionnelle à la quatrième puissance de la vitesse, la question se ramène à l'intégration d'une seule équation différentielle à deux variables. La méthode employée fournit d'elle-même les substitutions nécessaires et le reste du calcul ne comporte plus que quelques quadratures.

M. Alex. Le Royer fait une communication *sur les gaz dissous au fond du lac de Genève*, travail exécuté en collaboration avec M. André Delebecque[1].

Les eaux profondes sont récoltées au moyen d'un appareil à renversement consistant en une éprouvette remplie de mercure qui se retourne à la profondeur voulue et emprisonne sur une cuve à mercure une certaine quantité d'eau dont les gaz ne peuvent pas s'échapper.

[1] *Archives*, 1895, t. XXXIV, p. 74.

D'une série d'expériences faites avec cet appareil le 13 juin sur le lac de Genève, ils formulent les conclusions suivantes :

1° La quantité de gaz dissous dans l'eau du lac de Genève est indépendante de la pression de cette eau.

2° L'analyse d'une eau rapportée des profondeurs par les bouteilles généralement employées donne bien pour le lac de Genève la quantité de gaz qui y est réellement dissoute.

M. Marc Micheli signale la floraison dans son jardin d'un iris dont les graines ont été envoyées du Yunnan au Muséum de Paris par l'abbé Delavay, missionnaire bien connu par ses intéressantes découvertes botaniques. Cet iris qui appartient à la section Apogon a été reconnu pour une espèce nouvelle et décrit par M. Micheli sous le nom d'*Iris Delavayi*. La même espèce s'est retrouvée dans une collection de plantes récoltées au Thibet en 1893 par M. Soulié.

Séance du 1er août.

R. Chodat et F. Lendner. Mycorhizes endotropiques du Listera cordata. — Ed. Sarasin. Travail de M. Wiener sur la photographie des couleurs.

M. Chodat présente le résumé d'un travail entrepris en collaboration avec M. F. Lendner concernant les *mycorhizes endotropiques du Listera cordata*. Les auteurs ont pu constater la continuité des filaments mycéliens qu'on observe dans les poils absorbants de la racine de Listera avec ceux des pelotons corticaux.

Ils confirment les idées de Frank quant aux modifications qui affectent les mycorhizes. Ces racines sont en réalité mycophages. Ils diffèrent sur ce point que selon eux l'opinion de Wahrlich qui attribue à ces champignons des organes de reproduction qui les placent parmi les Pyrenomycètes est le vrai et que Franck est dans l'erreur en combattant Wahrlich. Ils ont obtenu aux dépens de ces filaments mycéliens et notamment aux dépens de ceux qui se développent dans les poils absorbants des organes reproducteurs en grand nom-

bre et en tous points semblables à ceux décrits par Wahrlich pour d'autres plantes. Les mycorhizes du Listera cordata sont dues à un champignon pyrenomycète voisin de Nectria.

M. E. SARASIN signale les recherches récentes de M. Otto Wiener sur la possibilité de réaliser la photographie des couleurs non plus par la méthode interférentielle de M. Lippmann mais par coloration des substances sensibles mêmes et rend compte des principaux résultats de ce travail[1].

Séance du 3 octobre.

Président Décès de M. Pasteur. — Dr W. Marcet. Influence de l'exercice de la volonté sur la respiration et la contraction musculaire. — Ch. Sarasin. Catastrophe de l'Altels. — Ed. Sarasin. Article sur la rage en 1799. — Le même. Travaux d'étude du glacier du Rhône. — R. Gautier. Eléments météorologiques de septembre.

M. le PRÉSIDENT annonce à la Société la perte considérable qu'elle vient de faire en la personne de L. PASTEUR qu'elle avait l'honneur de compter au nombre de ses membres honoraires. Il prononce en quelques mots l'éloge de l'illustre défunt et exprime les sentiments dans lesquels la Société se joint au deuil qui frappe la science tout entière.

M. le Dr MARCET fait une communication sur l'*influence de l'exercice de la volonté sur la respiration et la contraction musculaire.*

Après avoir rappelé le travail du prof. Mosso au sujet de l'influence de la fatigue cérébrale sur les mouvements musculaires, l'auteur décrit une expérience suggérée par celle de Mosso, dans laquelle il reconnut qu'après un travail manuel continué jusqu'à l'épuisement de la force musculaire, l'effort seul de la volonté exercé pendant que le bras est au

[1] O. Wiener. Farbenphotographie durch Körperfarben und mechanische Farbenanpassung in der Natur. (*Wiedem. Ann.* 1895 t. LV, p. 225).

repos produit une fatigue musculaire que l'on perçoit en recommençant ce travail.

L'auteur observe que l'exercice mental de la volonté (sans réponse) est accompagné d'une augmentation du volume d'air respiré dans un temps donné. Si après deux ou trois minutes on fait suivre l'exercice de la volonté par un état de repos mental, on s'aperçoit d'un arrêt dans la respiration ou plutôt d'un ralentissement des mouvements respiratoires, puis la respiration revient graduellement à l'état normal. Cependant, si l'on fait un effort mental de la volonté pour opérer la respiration forcée, sans toutefois forcer la respiration, effet qui n'est pas difficile à obtenir, alors on s'aperçoit qu'au retour à l'état de repos mental, le ralentissement de la respiration observé dans les autres cas, se remarque à peine ou pas du tout. Il est facile de faire ces observations sur soi-même, l'auteur les a vérifiées au moyen de tracés obtenus sur un cylindre tournant par un style fixé sur la cloche dans laquelle il recueillait l'air expiré.

L'auteur passe ensuite à la description de l'*effet de l'exercice de la volonté sur les mouvements musculaires*. La volonté exercée « sans réponse » pendant une ou deux minutes se trouve produire une augmentation notable des forces musculaires. L'expérience se fait en soulevant et en abaissant un poids jusqu'à ce que la fatigue oblige de discontinuer, d'où l'on obtient la mesure de la force développée sans exercice préalable de la volonté. Après un repos suffisant, on procède à un effort mental de la volonté, par exemple pour courir en gravissant une colline, cet effort mental dure une ou deux minutes, puis on recommence l'exercice musculaire et alors on s'aperçoit qu'on peut soulever le poids peut-être jusqu'à deux fois aussi souvent, et à la même hauteur, que dans le premier cas.

Enfin l'auteur a reconnu par un grand nombre d'expériences que l'exercice de la volonté est accompagné de l'absorption d'oxygène dans le corps en excès de l'oxygène absorbé l'instant d'avant en état de repos mental. Cet oxygène n'est pas transformé en acide carbonique, mais paraît exercer une fonction sur les centres moteurs cérébraux, sans

subir de changement, pour rentrer ensuite dans la circulation au retour à l'état de repos mental.

M. Charles **Sarasin** rend compte en quelques mots de la visite qu'il a faite quelques jours auparavant au théâtre de ***la catastrophe de l'Altels.***

Si du col de la Gemmi l'on redescend vers Kandersteg, on arrive au bout d'une petite heure de marche à l'hôtel du Schwarenbach et bientôt après on voit la vallée s'élargir momentanément sur une longueur d'environ 2000 m. pour former le pâturage de la Spitalmatte.

Ce pâturage est bordé vers l'est par le massif de l'Altels, tandis que les hauteurs qui le dominent à l'ouest ne s'élèvent qu'à 400 m. environ au-dessus de la vallée. L'Altels (3634 m.) a la forme d'une pyramide appuyée vers l'est contre le Balmhorn et présentant vers la vallée une surface complètement lisse inclinée à peu près à 45° et formée de rochers polis. Sur cette surface reposait depuis le sommet de l'Altels un grand névé se transformant peu à peu à sa partie inférieure en un glacier et c'est de là que s'est détachée l'avalanche qui a ravagé la vallée.

Lorsqu'on se représente la position de ce glacier appliqué contre une paroi de rochers polis, sans être soutenu par rien et retenu seulement par la masse relativement peu cohérente d'un névé, l'on est frappé du danger qu'il présentait pour les habitants de la Spitalmatte; et l'on a lieu d'être étonné qu'un intervalle de près d'un siècle ait séparé les deux derniers éboulements.

En outre M. Sarasin a cru voir qu'à l'endroit où la rupture s'est produite il existe un angle dans l'inclinaison des rochers, celle-ci devenant brusquement un peu plus forte. Cet angle a évidemment favorisé la formation d'une crevasse et amené ainsi la chute de toute la partie inférieure du glacier.

La ligne de fracture a la forme d'un arc de cercle dont la convexité est tournée vers le sommet; sa longueur doit être d'environ 200 m. et l'épaisseur de la glace y a été évaluée à 40 m. Si nous considérons que la longueur de la partie du glacier éboulée devait être de 500 à 600 m., cela ferait un

volume total d'environ 4 millions de mètres cubes de glace.

Voyons maintenant la marche de l'avalanche et les effets produits par sa chute : Avant d'atteindre la vallée, la glace entraînée est venue s'effondrer sur un petit replat et celui-ci, fonctionnant comme un tremplin, a relancé par-dessus la vallée les matériaux les plus légers qui sont allés tomber à 2 kilom. de là sur les hauteurs à l'ouest de la Spitalmatte.

La plus grande partie de l'avalanche, continuant sa chute, s'est abattue sur le pâturage de la Spitalmatte et par sa force d'inertie est remontée de l'autre côté jusqu'au pied des rochers qui dominent la vallée à l'ouest. Il s'est formé ainsi sur près de 1 kilom. carré un véritable glacier dont l'épaisseur atteint par endroits 35 m.; et les pressions développées dans cette masse au moment de sa chute ont été telles que tous les fragments ou débris de glace ont été complètement ressoudés entre eux pour ne plus former qu'un tout absolument compact.

La boue et les pierres entraînées par l'avalanche sont relativement en très petite quantité. La couche de boue qui recouvre la glace dépasse rarement 1 centimètre d'épaisseur et dans l'intérieur de l'avalanche la proportion d'impuretés est très faible.

Presque aussi dévastateur que l'avalanche elle-même a été le courant d'air qui l'a accompagné. Ses effets sont rendus particulièrement visibles par le fait que la Spitalmatte était bordée en amont et en aval par de petites collines boisées. Or sur ces collines tous les arbres sont couchés à terre dans la direction du vent; l'on peut ainsi constater que le courant d'air a d'abord suivi la direction de l'avalanche puis a butté contre les pentes ouest de la vallée et a alors divergé vers le nord et vers le sud pour revenir même un peu en arrière.

Il est clair en outre que le courant d'air a précédé quelque peu l'avalanche; il a emporté des pierres, du bois, des vaches et des débris de toutes sortes avant qu'ils eussent pu être recouverts et les a jetés dans les éboulis jusqu'à 200 m. au-dessus des pâturages. De même les chalets ont certainement été détruits par le courant d'air avant que l'avalanche les ait atteints.

Tels sont en quelques mots les effets de ce terrible accident, qui a coûté la vie à 6 personnes et à 200 têtes de bétail et, en terminant cette triste description, M. Sarasin voudrait attirer l'attention sur l'utilité qu'il y aurait à surveiller de près un certain nombre de glaciers de nos Alpes reconnus comme dangereux Si la commission des glaciers par exemple entreprenait un semblable travail elle s'attirerait à juste titre la reconnaissance de tous ceux qui s'intéressent à nos montagnes et à nos montagnards.

A propos de la mort de PASTEUR qui a beaucoup fait reparler de la vaccine et de ses origines M. E. SARASIN attire l'attention de la Société sur un article paru en 1799 à Genève dans la *Bibliothèque britannique* et qui lui a été signalé par M. C. Dufour comme faisant allusion déjà alors à la possibilité de guérir d'autres maladies par la vaccine, entre autres la rage. Cet article est intéressant aussi par une note[1], de laquelle il résulte que ce sont les rédacteurs de la Bibliothèque britannique, dont le but était précisément de faire connaître sur le continent les découvertes de la science anglaise, qui ont les premiers signalé au monde savant français l'importance de l'invention du docteur Jenner et qui à cette occasion ont créé le mot de *vaccine*.

M. Ed. SARASIN expose à la Société l'état actuel des *travaux d'étude du glacier du Rhône*. Ces recherches ont été

[1] Cette note est ainsi conçue :

« Le nom de *petite vérole des vaches* est incommode et difficile à manier dans un écrit, comparativement avec celui de la petite vérole ordinaire, avec lequel une erreur de plume peut facilement la confondre. C'est ce qui nous engage à hasarder un autre nom. En latin on appellerait cette maladie *variola vaccina*. Ce nom francisé serait la *variole vaccine*. Pour abréger, nous l'appellerons à l'avenir la *vaccine*. Nous sommes d'autant mieux fondés à adopter cette dénomination, que comme aucun auteur français n'avait parlé avant nous de cette maladie, c'est nous qui avions forgé le nom de *petite vérole des vaches* d'après l'anglais *cow-pox*. Personne ne peut nous contester le droit de revenir sur notre traduction. (*R*) »

entreprises dès 1874 par le Club alpin suisse, assisté du Bureau topographique fédéral, auxquels est venue se joindre plus tard la Société helvétique des sciences naturelles, qui a constitué une commission spéciale à cet effet. Des relevés topographiques exacts se renouvellent régulièrement chaque année au commencement de septembre, tant en ce qui concerne la hauteur du glacier qu'en ce qui a trait à la marche progressive de la glace dans ses différentes parties. Cette série de mesures portant maintenant sur une période de vingt années, constitue un ensemble de faits d'une valeur inappréciable pour la connaissance de la marche des glaciers, et il est du plus grand intérêt qu'elle puisse être poursuivie.

M. Raoul Gautier communique les *éléments météorologiques* du remarquable mois de septembre qui vient de se terminer.

La *température moyenne* du mois a été de + 17°.47, supérieure de + 2°.81 à la moyenne des 60 années 1826-85. La plus-value de température a été surtout forte au commencement du mois : elle a dépassé 5° pour la première décade.

Cette température moyenne n'est pas la plus élevée que l'on ait enregistrée à l'Observatoire de Genève au mois de septembre ; mais elle vient tout de suite après celle de septembre 1834, qui était de + 18°.35 et avant celle de septembre 1871 qui était de + 17°.36.

La *pression barométrique* a été aussi sensiblement supérieure à la normale : de + 3mm.46.

La *fraction de saturation* a été inférieure à la moyenne d'environ un dizième de sa valeur, ce qui correspond bien à la sécheresse de l'air.

La *nébulosité* a été très faible. Un ciel entièrement couvert étant exprimé par 1.0 et un ciel absolument serein par 0.0, la nébulosité moyenne du mois de septembre, donnée par E. Plantamour, est de 0.49. Celle du mois de septembre écoulé a été de 0.24 seulement, moins de la moitié de la valeur normale !

Les *chutes d'eau* se sont réduites à une seule durant tout

le mois, soit à l'orage du 11 septembre au matin, qui a produit des quantités d'eau variables dans notre canton. Elles oscillent entre 6 à 7 millimètres à Athenaz, Satigny et Céligny jusqu'à 26mm à Jussy. A l'Observatoire, à Compesières et à Cologny la quantité d'eau recueillie a été de 17mm.

Séance du 7 novembre.

E. Chaix. Salinité de l'air de la mer. — Margot. Alliages d'aluminium. — J. Briquet Dianthus inodorus. — M. Bedot. Tremoctop us microstama. — Preudhomme. de Borre. Anobium hirtum.

M. Emile Chaix rend compte des essais qu'il a faits pour déterminer *la salinité de l'air au bord de la mer.*

Quoique les résultats de M. Chaix soient négatifs, il croit devoir les communiquer, afin d'éviter à d'autres, si possible, de la peine inutile.

Il a fait ses essais cet été à Jersey, à la fin d'août, sur la plage de la baie de St-Aubin. A trois reprises il a fait passer mille litres d'air dans une solution de nitrate d'argent, à l'aide d'un aspirateur. Les trois essais ont eu lieu par un temps calme. Le premier, sur la côte, à dix mètres de la plage; les deux autres sur la plage même, à marée descendante, de manière que l'appareil se trouvait établi sur le sable encore humide.

Dans aucun des trois cas il ne s'est formé le moindre nuage dans la solution de nitrate d'argent. D'où M. Chaix conclut à l'absence de toute trace de sel dans l'air les jours de calme, la quantité de mille litres d'air étant très suffisante pour donner quelque précipité pour peu qu'il y eût la moindre trace de sel.

Malheureusement il n'y a pas eu de tempête avant le départ de M. Chaix, pour qu'il pût renouveler sa tentative. Par la tempête il est bien certain que le résultat eût été différent.

M. Collenette, président de la Société Guernesiaise a obtenu, par des analyses d'eau de pluie, des résultats concordants : absence de sel dans l'eau de pluie les jours de calme.

Ce ne serait donc bien que par pulvérisation mécanique

de l'eau de mer qu'il se trouverait du sel dans l'air, et ce sel n'y resterait pas longtemps en suspension.

M. Margot communique le résultat de quelques *essais touchant la coloration que présentent parfois certains alliages d'aluminium.* Ainsi, le platine et le palladium alliés à l'aluminium forment des alliages ayant une teinte jaune d'or pour le premier métal et rose cuivré pour le second. Le nickel et le cobalt forment aussi des alliages ayant une teinte jaunâtre sensible.

M. Margot montre des spécimens d'aluminium cuivré par un procédé nouveau, qui consiste à faire subir au métal un passage préalable dans un bain d'acide chlorhydrique dilué, auquel succède un lavage à l'eau qui laisse néanmoins à la surface du métal des traces de chlore en quantité suffisante pour que l'objet en aluminium immergé dans un bain de sulfate de cuivre se recouvre immédiatement d'une couche de cuivre adhérente. On peut donner au dépôt de cuivre plus d'épaisseur en le continuant au moyen du courant électrique. (Voir ci-dessus, p. 563.)

M. Briquet fait une communication sur la biologie florale du *Dianthus inodorus* Kern. (*D. silvestris* Wulf.) Il montre que, indépendamment de la protérandrie déjà signalée par les auteurs, cette espèce est gynodioïque. L'état femelle se distingue par ses corolles de moitié plus petites et des étamines abortives. Ce qu'il y a de curieux, c'est que la réduction inhérente au changement de sexe, s'attaque aussi au calice qui est beaucoup plus petit que dans la forme mâle. La forme femelle a été prise jusqu'ici par tout le monde pour une espèce ou une variété particulière. Les propriétés biologiques entraîneront, comme on voit, des modifications notables dans la systématique du genre. M. Briquet annonce qu'il a découvert les mêmes faits avec des variantes dans plusieurs *Dianthus* des Alpes maritimes, au cours d'une expédition faite l'été passé. Il se réserve la description de ces faits pour un ouvrage sur la biologie végétale des Alpes maritimes auquel il travaille actuellement.

M. Bedot communique quelques faits relatifs à l'étude des nématocystes. Il a pu constater que le cylindre à nématocystes du *Tremoctopus microstoma* n'est pas un organe propre à l'animal. Sa structure histologique démontre qu'il s'agit simplement d'un tentacule de Méduse que le *Tremoctopus* s'est approprié et dont il se sert pour sa défense personnelle.

M. Preudhomme de Borre présente quelques réflexions sur un fait tout récemment signalé dans la *Revue scientifique*, et dont il a recherché les circonstances à la source originale qui l'avait fourni à la *Revue* (*Insect Life*, VII, N° 5).

Tous les bibliophiles savent dans quelle énorme proportion les Américains du Nord ont enlevé à l'Europe les vieux livres. En emportant ces bouquins aux Etats-Unis, ils ont aussi emporté involontairement un petit Coléoptère, l'*Anobium hirtum*, très anciennement connu en Europe comme un ennemi des anciens papiers que sa larve perfore et détruit. En Europe, on ne l'a jamais signalé comme bien abondant, ni bien nuisible, mais aux Etats-Unis, il s'est multiplié dans une proportion effrayante, menaçant, semblerait-il, les bibliothèques d'une complète destruction.

Devant ce fait, on se demande pourquoi cette exubérante fécondité en Amérique d'un insecte qui reste en Europe dans des limites modérées et ne nous donnant aucune inquiétude?

Cela doit s'expliquer, pense M. de Borre, par la circonstance que l'*Anobium* aura été transporté seul au delà de l'Atlantique et sans être au milieu d'autres organismes, par exemple des petits Chalcidiens, etc., qui, en Europe, en font leur proie, à l'état d'œuf ou de larve, et sont à sa trop grande expansion, un frein ou contrepoids naturel.

Il y a eu là une rupture d'équilibre harmonique qui ne pourra se corriger[1] que si les ennemis européens de l'*Anobium* parviennent à leur tour aux Etats-Unis, ou si, dans les

[1] Combattre l'ennemi par d'autres moyens, comme les Américains le proposent et l'essaient, ce ne peut être qu'un palliatif temporaire, car d'Europe viendront encore d'autres livres et avec eux d'autres invasions d'*Anobium*.

organismes analogues des Etats-Unis, il se rencontrait des espèces qui s'habitueraient à faire à leur tour consommation du nouveau-venu.

C'est évidemment ainsi que les choses se passent dans beaucoup de cas où nous transportons, volontairement ou involontairement, des êtres, animaux ou végétaux, de leur patrie naturelle dans une autre région dont le climat leur est également favorable. Les importations en Europe nous en ont fourni bien des exemples, et le trop illustre Phylloxera peut sans doute donner matière à des conclusions analogues.

Séance du 21 novembre.

Chodat. Deux algues flottantes. — Duparc. Massif du Mont-Blanc. — A. Delebecque. Lac des Rousses. — Le même. Lacs du Jura. — Dr Arthur Gamgee. Absorption des rayons violets et ultra-violets par l'Hémoglobine et ses combinaisons.

M. R. Chodat parle de deux algues flottantes et qui constituent des fleurs d'eau l'une sur le lac de Morat, l'autre sur le lac de Zoug et de Constance.

La première est l'*oscillatoria rubescens* bien connue depuis les remarquables recherches d'A.-Pyr. de Candolle. La structure des cellules n'était cependant pas élucidée ni son mode de flottaison. En couche continue elle prend une couleur intense de sang et cependant l'examen microscopique n'y fait découvrir qu'une faible coloration rose. La vivacité de la coloration de même que le miroitement qu'elle présente en couche continue est due à la présence de vacuoles remplies d'un gaz qui examinées au microscope apparaissent en rouge foncé. C'est la présence de ce gaz qui permet à l'algue de flotter à la surface de l'eau. On sait que Klebahn vient de découvrir cette même particularité chez d'autres Cyanophycées et notamment chez le Gloiotrichia Pisum.

La seconde est le *Botryococcus Braunii* du lac de Constance. L'auteur démontre la structure intime des cellules qui ont un chromatophore en cloche sans pyrenoïde, une membrane qui se colore par l'eau iodée. Chaque cellule produit de l'huile qu'on voit apparaître tout d'abord sous forme de gout-

telettes dans le protoplasma. Cette huile constamment produite est excrétée et forme autour de la cellule une enveloppe qui peut prendre une consistance plus ferme. Par la division longitudinale répétée il se forme des thalles de cellules reliées par un réseau huileux, graisseux et finalement de la nature du vernis. Ces colonies en se libérant restent cependant unies entre elles par des traînées souvent nombreuses et imbriquées qui sont ou bien de nature huileuse ou de la nature du vernis. La quantité d'huile que produit ainsi cette plante est très considérable. Elle excède certainement plusieurs fois le volume du corps tout entier. La nature de cette huile et de son produit d'oxydation a été déterminée par de nombreuses réactions (alcanna, ac. osmique, éther, cyanine).

C'est le seul exemple connu d'une algue flottant par ce procédé et s'organisant une demeure aux dépens d'une huile.

M. le prof. L. Duparc communique les résultats de nouvelles recherches entreprises sur le *versant sud du Mont-Blanc*. Il a constaté que les microgranulites du col de Greppillon se continuent vers le nord, et de plus constaté également la présence du houiller (facies conglomérat de Valorcine), riche en cailloux de microgranulites, ainsi que l'existence de serpentine non encore mentionnée sur ce versant.

M. le prof. Duparc reviendra sur cette communication ultérieurement.

M. André Delebecque donne quelques renseignements sur le *lac des Rousses* (Jura), qu'il a exploré le 25 juin 1895. Ce lac se trouve à l'extrémité amont du long bassin fermé qui forme la vallée de l'Orbe et à l'extrémité aval duquel se trouve le lac de Joux.

La profondeur la plus grande du lac des Rousses est d'environ 18 m. et son relief est extraordinairement tourmenté (monticules, presqu'îles, barres). M. Delebecque pense que ces accidents de terrain sont dus à des dépôts morainiques. En effet, toute la vallée de l'Orbe, entre les lacs des Rousses

et de Joux, est encombrée de glaciaire, qui se rencontre également sur les rives du lac des Rousses. Ce lac paraît devoir son origine à un barrage formé par ces accumulations morainiques, qui atteignent leur plus grand développement près de Bois d'Amont.

La température du lac était de 16°5 à l'aval et de 17°8 à l'amont. Cet écart était dû à une bise assez forte qui soufflait depuis quatre jours, le lac étant allongé dans la direction N.E.—S.W. ++. Il est intéressant de le comparer avec celui que M. Delebecque a observé sur le lac de Genève le 6 août 1895, alors que le vent du S. W. soufflait depuis le 2. Le 6 août, à 4 h. après midi, la température du lac, immédiatement en amont du port de Genève, était de 7°6, c'est-à-dire plus basse que celle de la plupart des lacs de montagne à pareille époque, tandis qu'à 7 h. du soir, le même jour, elle était de 18°7 au large de Vevey. L'écart atteignait donc 11°.

A Ouchy, à 10 h. 30 du soir, la température du lac était de 17°8. Enfin, le 7 août, M. Delebecque a relevé, à bord du bateau la *France*, entre Genève et Thonon, les températures suivantes qui montrent le réchauffement progressif qui s'opère, alors qu'on s'avance vers le Haut-Lac :

Sortie du port de Genève	8°8
En face Pregny	9°2
— Versoix	11°4
— Coppet	13°6
— le château de Crans	14°7
Sur la barre de Nernier	16°
Entre Yvoire et Thonon	16°1
En arrivant à Thonon	16°25

Ces différents chiffres montrent combien le mélange des eaux superficielles et des eaux profondes se fait plus facilement, sous l'influence des courants, dans les grands lacs que dans les petits lacs, même quand ceux-ci sont, comme le lac des Rousses, orientés dans le sens des vents dominants.

M. A. Delebecque parle aussi de l'*origine probable des lacs du Jura*.

Il applique à la formation d'un certain nombre de ces lacs

certaines des idées développées par M. Penck, dans sa « Morphologie der Erdoberfläche » (t. II, p. 286). Si, pendant son travail d'érosion, un cours d'eau vient à rencontrer une roche fissurée, il s'engouffre dans cette fissure, et abandonne toute la partie de la vallée située en aval. Un point plus ou moins bas de cette fissure va jouer alors le rôle de niveau de base par rapport à la partie supérieure de la vallée, qui continuera à se creuser, la partie inférieure restant en l'air. Un exemple des plus frappants de ce phénomène est donné par la dépression de Sancey et la rivière le Cuisancin dans le département du Doubs, à l'est de Baume les Dames.

Si, par une cause quelconque, la fissure vient à se boucher les eaux ne pourront plus s'écouler et il se formera un lac. Comme le dit très bien M. Penck, les dépôts des anciens glaciers ont vraisemblablement contribué à cette obstruction. Il est très vraisemblable que beaucoup de lacs du Jura, situés entièrement dans la roche en place, doivent leur origine à cette succession de phénomènes.

Si la fissure se bouche incomplètement, il se formera un lac ayant à la fois un écartement aérien et un écoulement souterrain, comme le lac des Brenets.

M. le D[r] Arthur Gamgee, membre de la Société Royale de Londres, Professeur émérite de Physiologie à Owens College, Victoria University, Manchester, etc., expose les résultats des recherches qu'il poursuit au laboratoire de physique de l'Université de Lausanne *Sur l'absorption des rayons violets et ultra-violets par l'Hémoglobine, ses combinaisons et quelques-unes des substances qui en dérivent.*

L'auteur a commencé par citer les beaux travaux du Professeur Louis Soret [1], sur l'absorption des rayons violets et ultra-violets par le sang oxygéné fortement dilué, ainsi que par le même sang traité par l'oxyde de carbone. Ces travaux avaient montré que l'oxyhémoglobine présente, dans le violet

[1] L. Soret. Recherches sur l'absorption des rayons ultra-violets par diverses substances, *Archives des sciences phys. et nat.* t. 61 (1878) p. 322-359. *Archives*, t. 66 (1883) p. 429-494.

extrême, entre les lignes G et H de Frauenhofer, une bande d'absorption fort intense et que lorsque l'oxygène est remplacé par l'oxyde de carbone cette bande est légèrement rejetée vers le rouge. Ces observations fort intéressantes de Soret ont été complètement oubliées et n'ont été citées dans aucun traité de physiologie, de chimie physiologique ou de physique.

Dans l'an 1890 M. A. D'Arsonval [1], sans faire aucune mention des travaux de Soret a décrit de nouveau la bande d'absorption de Soret mais sans ajouter un seul fait à ceux déjà observés. Au contraire, les observations de M. D'Arsonval, sous certains rapports, manquent d'exactitude. Ainsi M. D'Arsonval prétend 1° que la bande ne peut pas se voir avec l'oculaire fluorescent de Soret, bien que ce soit précisément avec cet instrument que Soret l'avait découverte; 2° que « quelle que soit la concentration de la solution, cette bande *occupe toujours le même espace* ».

Dans le travail dont l'auteur a exposé les résultats les plus importants à la Société, il s'est occupé principalement de l'absorption des rayons violets extrêmes et des rayons ultraviolets jusqu'à la ligne Q de Frauenhofer. Ces recherches ont toutes été faites par la méthode photographique à l'aide de la lumière solaire avec des lentilles et prismes en quartz.

Les substances qu'il a étudiées sont les suivantes :

1. L'hémoglobine, ses combinaisons avec l'oxygène, l'oxyde de carbone et l'oxyde d'azote :

2. Les dérivés ferrugineux de l'hémoglobine et de l'oxyhémoglobine, c'est-à-dire l'hémochromogène et l'hématine.

3. La Méta-hémoglobine.

4. L'hématoporphyrine.

5. La turacine, substance tirée de certaines plumes des ailes des Touracos et contenant 5,9 p. cent de cuivre.

Les principaux résultats des travaux de l'auteur sont les suivants :

[1] A. D'Arsonval. Photographie des Spectres d'absorption de l'Hémoglobine et son emploi en Physiologie et en Médecine légale. *Archives de Physique normale et pathologique*, 5me série. T. 2 (1890) p. 340-346.

1. Les combinaisons de l'hémoglobine avec l'oxygène, l'oxyde de carbone et l'oxyde d'azote présentent, même en solution fort diluée, une bande d'absorption située entre les lignes G et H de Frauenhofer. D'après de nombreuses mesures l'auteur conclut que le rayon moyen absorbé dans le cas de l'hémoglobine coïncide avec λ 414,0, c'est-à-dire le centre d'absorption est un peu plus rapproché du rouge que ne le pensait Soret qui le faisait coïncider avec *h*. (λ 410,1). Ainsi que Soret l'avait indiqué, dans la combinaison de l'hémoglobine avec l'oxyde de carbone, la bande d'absorption est légèrement déplacée vers le rouge. La combinaison de l'hémoglobine avec l'oxyde d'azote[1] présente une bande occupant exactement la même position que celle de la combinaison avec l'oxyde de carbone. Pour ces deux substances le rayon moyen absorbé correspond à λ 420,5.

2. Lorsqu'on enlève à l'oxyhémoglobine, par l'action des substances réduisantes ou par le vide, sa molécule d'oxygène dissociable, le spectre visible change (comme Stokes l'a montré) d'une manière remarquable. Au lieu de deux bandes d'absorption entre D et E il n'y en a qu'une, plus étalée, moins foncée, dans la même région spectrale. C'est la bande de l'hémoglobine réduite, ou l'hémoglobine proprement dite. L'auteur a trouvé que dans cette substance la bande de Soret est remarquablement déplacée vers la partie moins réfrangible du spectre, le centre d'absorption correspondant à λ 426,0. Réfléchissant que l'addition d'une molécule d'oxygène à la molécule énorme de l'hémoglobine ne peut changer d'une manière sensible la masse de la molécule, l'auteur conclut que le déplacement de la bande vers l'ultra-violet lorsque l'hémoglobine se combine avec l'oxygène démontre que cette combinaison amène une accélération notable du mouvement intra-moléculaire qui est la cause de l'absorption des rayons violets produite par l'hémoglobine.

3. La bande de Soret dépend de la partie hématineuse de la molécule de l'oxyhémoglobine.

[1] L. Herrmann: Ueber die Wirkungen des Stickstoffoxydgas auf das Blut. *Archiv. d. Anat. und Physiol.* 1865 pp. 469-481.

4. La bande de Soret ne dépend nullement du fer dans la molécule d'hématine, car aucune des combinaisons organiques de fer autres que celles dérivées de l'oxyhémoglobine ou de l'hémoglobine ne la présente et la bande se retrouve dans l'hémato-porphyrine qui représente la molécule d'hématine privée de son fer.

5. L'étude du spectre de la métahémoglobine indique que cette substance résulte d'une dissociation partielle de la molécule d'oxyhémoglobine.

6. La turacine qui présente, comme Church [1] l'a démontré, deux bandes d'absorption dans le spectre visible qui coïncident avec celles de l'oxy-hémoglobine, est caractérisée en plus par une bande d'absorption aux limites du violet extrême avec l'ultra-violet qui coïncide exactement avec la bande d'absorption des combinaisons de l'hématine avec les acides. Cette coïncidence a amené l'auteur à l'hypothèse que dans la turacine le même groupe d'atomes qui est la cause de l'absorption spéciale de l'hémoglobine et de ses dérivés se trouve en combinaison avec le cuivre. Cette hypothèse l'a conduit à croire qu'en enlevant le cuivre à la turacine par l'action de l'acide sulfurique concentré on obtiendrait le même corps qui résulte de l'action du même acide sur l'hématine, c'est-à-dire l'hématoporphyrine. L'expérience a pleinement confirmé la justesse de cette hypothèse, la turacine ayant fourni un corps exempt de cuivre, dont les solutions acides et alcalines possèdent tous les caractères optiques des solutions d'hématoporphyrine provenant de la décomposition de l'hématine.

[1] Church. Researches on Turacin, an animal pigment containing copper. *Philosophical Transactions* vol. 159. Part II (1870) pp. 627-636.

Séance du 5 décembre.

Dr Binet. Toxicologie comparée des phénols. — Ebert. Transformation remarquable du problème des trois corps dans le plan. — C. Cailler. Mouvement de deux corps qui s'attirent en raison inverse du carré de la distance et dans un milieu dont la résistance varie comme la 4me puissance de la vitesse. — J. Briquet. Eryngium alpinum. — Le même. Labiées des Alpes maritimes. — Ed. Sarasin. Publications du Bureau international des poids et mesures offerts à la Société.

Le Dr Paul Binet communique un mémoire sur la *toxicologie comparée des phénols*, dont voici les conclusions[1] :

L'intoxication par le *phénol* se manifeste par une période d'excitation à laquelle succède un collapsus avec petites secousses spasmodiques. La plupart des corps appartenant au groupe chimique des phénols et leurs dérivés agissent d'une manière analogue

Ce syndrome n'appartient pas spécialement à l'hydroxyle phénolique, car la molécule de *benzène* le produit déjà, mais d'une façon atténuée et avec une toxicité infiniment moindre.

Les oxyphénols à deux hydroxyles (*pyrocatéchine, résorcine, hydroquinone*) sont beaucoup plus excitants et généralement plus toxiques que le phénol, tandis que ceux à trois hydroxyles (*pyrogallol* et *phloroglucine*) le sont beaucoup moins. La pyrocatéchine, l'hydroquinone et le pyrogallol font apparaître dans le sang la raie caractéristique de la méthémoglobine.

Les homologues des phénols (*crésols*, *thymol, orcine*) sont moins excitants et généralement moins toxiques que le phénol correspondant. Ils le sont d'autant moins que le poids moléculaire des groupes alkyliques substitués est plus élevé. Par contre, ils sont plus irritants pour les viscères.

Parmi les isomères des oxyphénols et des crésols, ce sont les dérivés « meta » qui se sont montrés le moins toxiques.

Les éthers alkyliques sont beaucoup moins toxiques que le

[1] Ce mémoire est publié *in extenso* dans la *Revue médicale de la Suisse Romande* 1895, nos 11 et 12.

phénol correspondant. Les premiers éthers du phénol, l'*anisol* et le *phénétol*, provoquent du tremblement, tandis que dans le *gaïacol*, éther méthylique de la pyrocatéchine, l'excitation si intense de cet oxyphénol a totalement disparu.

La présence d'un groupement alcoolique ou aldéhydique dans la molécule de phénol atténue la toxicité et l'excitation. Avec l'*aldéhyde salicylique* le tremblement est plus prononcé qu'avec la *saligénine*.

Avec l'*alcool benzylique*, le tremblement et les secousses manquent, la toxicité est faible. L'isomérie avec les crésols fait ressortir toute l'importance de la fonction de l'hydroxyle, alcoolique dans le premier, phénolique dans les seconds.

La présence d'un groupement acide (étudié saturé) dans la molécule de phénol diminue la toxicité, mais en modifie le caractère. Par rapport à l'ortho-crésol, il apparait avec l'*acide salicylique* des crises de contracture et de dyspnée qui appartiennent déjà à l'*acide benzoïque*. Par rapport au pyrogallol, l'*acide gallique* ne provoque plus de secousses, mais il conserve l'action nocive sur le sang bien qu'atténuée.

Le *para-amidophénol* est moins excitant et moins toxique que le phénol, mais il altère le sang en faisant apparaître la raie de la méthémoglobine. La toxicité diminue dans les produits de substitution si les groupes substitués ne possèdent pas eux-mêmes une toxicité prononcée.

Ces recherches sont une contribution à l'étude des rapports entre la constitution chimique des corps et leur action physiologique.

M. W. Ebert présente une note *sur une transformation remarquable du problème des trois corps dans le plan.*

A l'aide des intégrales connues, Lagrange[1] a essayé de transformer le problème général des trois corps et de le ramener aux trois rayons vecteurs, c'est-à-dire de faire apparaître, au lieu des équations différentielles contenant les coordonnées, d'autres équations ne contenant plus que les distances mutuelles des trois corps et leurs dérivées d'après le temps.

[1] Lagrange, Œuvres t. VI.

En profitant de certaines propriétés géométriques du problème des trois corps dans le plan, M. Ebert a réussi à réduire ce problème à la forme indiquée plus haut. La marche de cette recherche paraît rendre probable l'existence d'une transformation analogue pour le problème général des trois corps. Ces formes d'équations ont le grand avantage de réduire à un minimum la difficulté d'un problème semblable; elles font disparaître tout ce qui ne tient pas à la nature intrinsèque du problème, comme les théorèmes des centres de gravité et des aires.

Elles peuvent être en particulier d'une grande importance pour la théorie des perturbations. C'est ainsi, que M. Lindstedt[1] a eu grand avantage à employer les formules de Lagrange, qui ne résolvent pourtant ce problème qu'en partie.

M. C. Cailler présente quelques remarques *sur le problème du mouvement de deux corps qui s'attirent en raison inverse du carré de la distance et sont soumis à une résistance de milieu variant comme la 4me puissance de la vitesse*. Le problème se ramène facilement à l'intégration d'une seule équation différentielle du premier ordre : quelles que soient les positions initiales des deux mobiles, on peut déterminer leurs vitesses initiales, de sorte que leur mouvement relatif soit le même que si la résistance était supprimée et la constante d'attraction modifiée d'une façon convenable.

M. Briquet communique à la Société la suite de ses recherches sur la biologie florale dans les Alpes maritimes. Il traite de l'*Eryngium alpinum*, superbe Ombellifère, dont les capitules sont entourés d'un involucre d'un bleu violacé. Cet *Eryngium* fait exception à la loi de protérandrie à laquelle obéissent tous ses congénères connus. Alors que les étamines sont encore cachées dans la corolle à lobes reployés, le style est très saillant et étale horizontalement deux grandes branches stigmatifères. Ce n'est que plus tard, après fertilisation

[1] Sur la détermination des distances mutuelles dans le problème des trois corps. (*Annales de l'Ecole Normale*, 3me série t. I p. 85.)

des styles, que les étamines s'élèvent et émettent leur pollen. Le nectar caché par la corolle reployée est difficile à obtenir et exige des insectes un déploiement de force assez grand. Aussi, M. Briquet n'a-t-il vu butiner que des bourdons. Ceux-ci s'attachaient surtout à la récolte du pollen. L'insecte vient d'abord se poser sur l'involucre, autour duquel il tourne rapidement presque constamment de droite à gauche, il grimpe ensuite sur le capitule, produisant, selon le degré de maturité du capitule, l'allogamie entre fleurs d'un même capitule ou entre fleurs de capitules différents.

L'*Eryngium alpinum* est un bel exemple de *protérogynie*.

Ces observations ont été faites dans la vallée de Ponte Bernardo (Alpes maritimes italiennes).

M. Briquet fait hommage à la Société d'un exemplaire complet de son ouvrage intitulé « Les *Labiées des Alpes maritimes* », publié dans la collection des « Matériaux pour servir à l'histoire de la Flore des Alpes maritimes » de M. Emile Burnat. Cet ouvrage représente la monographie la plus détaillée qui ait été écrite jusqu'ici sur une famille végétale ; la morphologie, l'histologie, la biologie, la distribution géographique et la systématique y sont traitées avec un soin égal.

L'ouvrage comprend 587 pages et 56 figures, dont plusieurs hors texte. Il contient la description de 26 genres, 96 espèces dont 1 nouvelle, 10 hybrides dont 1 nouveau, 309 variétés dont 60 nouvelles.

Indépendamment de leur valeur systématique, ces descriptions contiennent la mention d'un grand nombre de faits histologiques et morphologiques nouveaux.

M. Ed. Sarasin signale deux nouvelles publications importantes du Bureau international des poids et mesures à Sèvres : *Mètres prototypes et étalons*, 2me mémoire, et *Nouvelle détermination des mètres étalons du Bureau international*, par MM. J.-René Benoit, directeur du Bureau international et C.-E. Guillaume, adjoint. Il fait hommage de ces deux mémoires à la Société de la part des auteurs.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

NOVEMBRE 1895

Le 1er, très forte gelée blanche le matin ; hâlo lunaire à 9 h. du soir.
2 et 3, très forte pluie.
3, brouillard enveloppant depuis 7 h. du soir.
4, brouillard enveloppant le matin ; brouillard depuis 7 h. du soir.
5, brouillard le matin ; assez fort vent à 7 h. du soir.
7, assez fort vent à 4 h. du soir.
8, brouillard à 7 h. du soir.
9, très forte rosée le matin ; éclairs et tonnerres au NNW. à 9 h. du soir.
12, assez fort vent à 1 h. et à 9 h. du soir ; violent vent depuis 10 h. du soir.
13, violent vent jusqu'à 7 h. du matin ; il va en s'affaiblissant jusqu'à 1 h. du soir.
14, brouillard depuis 10 h. du soir.
15, brouillard jusqu'à 7 h. du matin ; brouillard enveloppant depuis 10 h. du soir.
16 et 17, brouillard enveloppant continu.
18, brouillard enveloppant le matin.
19, brouillard jusqu'à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir.
20, brouillard jusqu'à 7 h. du matin.
21, brouillard jusqu'à 10 h. du matin et depuis 4 h. du soir.
22, brouillard pendant tout le jour.
23, fort vent de 10 h. du matin à 1 h. du soir ; pluie mêlée de neige de 3 h. à 4 h. du soir.
24, forte bise pendant tout le jour ; toutes les montagnes environnantes sont couvertes de neige.
26, brouillard depuis 7 h. du soir.
27, brouillard pendant tout le jour.
28, brouillard enveloppant le matin.
29, brouillard bas à 7 h. du matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à 11 h. matin	736,90	Le 5 à 3 h. soir	727,02
7 à 11 h. soir	734,59	12 à 10 h. soir	717,92
17 à 11 h. soir	734,74	20 à 4 h. soir	727,81
22 à 9 h. matin	733,18	23 à 1 h. soir	712,88
26 à 9 h. soir	732,86	30 à 3 h. soir	724,65

Résultats des observations pluviométriques faites dans le canton de Genève.

Observ. MM	SÉCHERON Ph. Plantamour	CÉLIGNY Ch. Pesson	COLOGNY R. Gautier	JUSSY M. Micheli	OBSERVAT.	COMPESIÈRES Ch. Raymond	ATHENAZ J.-J. Decor	SATIGNY J. Vernay
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Total...	174.0	186.7	154.0	140.5	179.1	175.0	193.0	206.7

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr.	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Ecart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation. Ecart avec la fraction norm.	Fract. de saturation. Minim.	Fract. de saturation. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'h.	Vent dominant.	Chemin parcouru par le vent. Kil. par heure.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Ecart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.					+ °	°	cm
1	735,57	+ 9,41	734,54	736,90	+ 1,63	— 5,34	— 3,9	+ 6,9	792	— 42	620	980	...	...	calme	1,5	0,67	10,2	— 1,5	137,3
2	733,57	+ 7,41	731,47	735,96	+ 3,36	— 3,43	+ 2,4	+ 4,7	961	+127	870	1000	40,6	18	calme	1,5	1,00	10,0	— 1,5	135,3
3	730,57	+ 4,42	729,63	731,59	+ 6,16	— 0,45	+ 4,2	+ 8,4	994	+159	980	1000	53,9	16	calme	1,7	1,00	....	....	139,5
4	728,89	+ 2,73	727,48	731,12	+ 7,47	+ 1,03	+ 6,1	+ 9,9	958	+123	840	1000	0,0	...	calme	1,2	1,00	10,7	— 0,6	141,0
5	727,85	+ 1,69	727,02	729,36	+ 9,64	+ 3,38	+ 5,4	+15,0	837	+ 1	630	980	...	...	SSW. 1	4,4	1,00	10,8	— 0,3	140,5
6	731,70	+ 5,54	729,66	733,04	+15,34	+ 9,25	+12,4	+19,9	611	—225	500	730	...	...	SSW. 1	8,8	1,00	10,8	— 0,2	142,0
7	733,67	+ 7,50	732,85	734,59	+15,15	+ 9,23	+11,6	+23,1	661	—176	450	790	...	...	SSW. 1	6,5	0,70	11,5	+ 0,6	143,0
8	732,88	+ 6,70	731,71	733,97	+14,35	+ 8,61	+11,3	+21,0	773	— 64	570	870	0,0	...	calme	2,7	0,93	11,6	+ 0,9	142,0
9	728,94	+ 2,75	727,45	731,74	+14,34	+ 8,77	+ 8,3	+22,3	719	—119	410	940	0,0	...	SW. 1	3,1	0,85	11,7	+ 1,1	141,0
10	726,87	+ 0,67	725,33	728,07	+13,04	+ 7,64	+11,1	+16,0	876	+ 38	820	940	0,6	1	SW. 0	4,2	0,90	....	....	140,0
11	722,84	— 3,37	721,15	725,05	+12,44	+ 7,20	+ 6,1	+19,0	746	— 93	510	960	0,0	...	SSW. 1	7,1	0,63	11,4	+ 1,1	140,5
12	719,39	— 6,83	717,92	721,15	+13,79	+ 8,72	+11,9	+17,2	809	— 30	720	890	12,6	11	SSW. 2	13,8	1,00	11,4	+ 1,2	139,0
13	723,76	— 2,48	718,01	729,88	+12,46	+ 7,55	+ 6,7	+17,0	876	+ 36	800	980	25,9	12	SSW. 2	15,4	0,67	11,0	+ 0,9	140,7
14	730,75	+ 4,50	729,84	732,20	+ 7,40	+ 2,66	+ 3,6	+10,3	919	+ 79	810	980	...	...	N. 0	1,5	1,00	9,6	— 0,4	157,5
15	733,04	+ 6,77	732,19	734,07	+ 9,55	+ 4,97	+ 7,3	+14,0	911	+ 70	750	1000	2,9	4	calme	1,2	0,78	9,2	— 0,6	164,8
16	733,38	+ 7,09	732,17	734,10	+ 6,86	+ 2,44	+ 5,2	+ 9,2	998	+157	980	1000	...	...	calme	0,8	1,00	9,3	— 0,4	161,0
17	734,04	+ 7,73	733,60	734,74	+ 6,06	+ 1,80	+ 3,4	+ 8,1	1000	+158	1000	1000	...	...	calme	2,3	1,00	....	....	163,0
18	733,10	+ 6,76	731,96	734,70	+ 9,34	+ 5,24	+ 6,1	+13,1	921	+ 79	770	1000	...	...	N. 1	3,3	0,95	10,4	+ 1,0	162,0
19	731,09	+ 4,73	729,80	732,10	+ 9,86	+ 5,91	+ 9,1	+11,0	890	+ 47	850	920	...	...	N. 1	4,2	1,00	10,5	+ 1,2	161,5
20	728,80	+ 2,41	727,81	729,93	+ 9,68	+ 5,89	+ 8,8	+10,9	796	— 47	720	890	0,0	...	N. 1	7,5	1,00	10,3	+ 1,1	161,0
21	730,31	+ 3,90	729,39	732,07	+ 8,24	+ 4,60	+ 6,7	+ 9,2	808	— 36	750	870	...	...	N. 1	9,4	1,00	10,8	+ 1,7	160,3
22	731,71	+ 5,27	728,33	733,18	+ 5,48	+ 1,99	+ 4,1	+ 6,7	871	+ 26	830	900	...	...	var.	5,8	1,00	10,6	+ 1,6	160,0
23	718,35	— 8,12	712,88	727,68	+ 4,29	+ 0,95	+ 1,3	+ 9,0	931	+ 86	790	1000	30,5	18	SSW. 1	5,6	1,00	10,4	+ 1,6	157,9
24	716,30	—10,20	714,40	718,49	+ 0,43	— 2,77	— 0,6	+ 3,0	895	+ 49	840	970	1,2	3	NNE. 3	23,3	1,00	....	....	162,0
25	723,21	— 3,32	718,99	728,44	+ 1,76	— 1,30	+ 0,7	+ 3,0	795	— 52	670	910	...	...	NNE. 1	7,5	1,00	9,1	+ 0,5	159,5
26	731,03	+ 4,46	728,62	732,86	+ 2,37	— 0,55	+ 1,8	+ 4,1	825	— 22	740	910	...	...	NE. 1	5,6	1,00	9,0	+ 0,5	157,5
27	730,84	+ 4,24	729,05	732,72	+ 1,44	— 1,34	+ 0,5	+ 2,9	911	+ 63	870	960	...	...	calme	4,0	1,00	9,6	+ 1,2	156,0
28	727,05	+ 0,41	725,90	729,15	+ 1,39	— 1,25	+ 0,2	+ 2,8	965	+117	930	980	5,0	2	calme	2,1	1,00	9,4	+ 1,1	155,7
29	726,23	— 0,44	725,23	726,89	+ 5,84	+ 3,33	+ 2,5	+ 9,2	935	+ 86	850	960	2,7	5	calme	0,4	0,95	9,4	+ 1,2	153,5
30	725,23	— 1,48	724,65	726,41	+ 8,35	+ 5,97	+ 6,0	+14,2	821	— 29	520	930	3,2	4	calme	2,5	0,88	9,4	+ 1,3	154,5
Mois	728,70	+ 2,85			+ 7,92	+ 3,37			860	+ 27						5,30	0,93	9,93	+0,30	150,98

MOYENNES DU MOIS DE NOVEMBRE 1895

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	731,69	731,25	731,34	731,37	730,65	730,42	730,76	730,94
2e »	729,01	728,84	728,84	729,21	728,80	728,90	729,18	729,37
3e »	726,49	726,41	726,02	726,37	725,38	725,53	725,96	726,04
Mois	729,07	728,83	728,74	728,98	728,28	728,28	728,63	728,78

Température.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+ 8,28	+ 7,59	+ 7,34	+ 10,79	+ 12,96	+ 12,12	+ 11,22	+ 10,08
2e »	+ 9,09	+ 8,38	+ 8,29	+ 9,52	+ 11,68	+ 11,19	+ 10,19	+ 9,62
3e »	+ 3,64	+ 3,53	+ 3,29	+ 4,26	+ 5,39	+ 4,15	+ 3,86	+ 3,54
Mois	+ 7,03	+ 6,50	+ 6,31	+ 8,19	+ 10,01	+ 9,15	+ 8,42	+ 7,75

Fraction de saturation en millièmes.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
1re décade	878	907	906	794	710	744	752	855
2e »	931	926	932	910	808	823	877	886
3e »	910	912	897	880	789	844	873	901
Mois	906	915	912	861	769	804	834	881

	Therm. min.	Therm. max.	Temp. du Rhône.	Clarté moyenne du ciel.	Chemin parcouru p. le vent.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°	°		kil. p. h.	mm	cm
1re décade	+ 6,89	+ 14,72	+ 10,91	0,91	3,56	95,1	140,16
2e »	+ 6,82	+ 12,98	+ 10,39	0,90	5,71	41,4	155,10
3e »	+ 2,32	+ 6,41	+ 9,74	0,98	6,62	42,6	157,69
Mois	+ 5,34	+ 11,37	+ 9,93	0,93	5,30	179,1	150,98

Dans ce mois l'air a été calme 58,9 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SW. a été celui de 1,08 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 48°,2 W. et son intensité est égale à 2,5 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE NOVEMBRE 1895.

Le 2, neige par un fort vent pendant tout le jour.
3, fort vent jusqu'à 10 h. du matin ; neige jusqu'à 1 h. du soir ; brouillard à 4 h du soir.
4, brouillard depuis 7 h. du soir.
8, légère pluie à 10 h. du soir.
11, brouillard jusqu'à 10 h. du matin et depuis 4 h. du soir ; fort vent depuis 7 h. du soir.
12, neige pendant tout le jour; fort vent jusqu'à 7 h. du matin et depuis 10 h. du soir.
13, pluie jusqu'à 10 h. du matin; neige de 1 h. à 4 h. du soir, puis brouillard.
14, fort vent à 10 h. du matin.
15, brouillard depuis 10 h. du soir.
16, brouillard à 1 h. du soir.
20, fort vent jusqu'à 10 h. du matin et à 7 h. du soir.
22, forte bise à 10 h. du soir; neige dans la nuit.
23, neige jusqu'à 4 h. du soir et depuis 10 h. du soir ; brouillard à 7 h. du soir.
24, neige pendant tout le jour; fort vent jusqu'à 4 h. du soir et depuis 10 h. du soir.
25, brouillard de 1 h. à 7 h. du soir.
29, neige à 7 h. du matin; brouillard de 10 h. du matin à 4 h. du soir.
30, brouillard à 4 h. du soir.

Remarque. Deux nouveaux thermographes de Tonnelot ont été installés au Grand Saint-Bernard à partir du 15 novembre. Jusqu'à cette date, le maximum de température était pris parmi les 6 observations diurnes.

Les nouveaux thermographes sont un minimum système Rutherford n° 9400 et un maximum système Negretti et Zambra n° 8378.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 2 à 1 h. matin	571,85	Le 5 à 6 h. matin	565,12
7 à 11 h. matin	573,98	12 à 2 h. soir	561,28
17 à minuit	572,95	20 à 8 h. matin	565.60
22 à 10 h. matin	568,02	24 à 5 h. matin	551,05
26 à 9 h. soir	567,40	30 à 2 h. soir	561,00

SAINT-BERNARD. — NOVEMBRE 1895

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum. observé au barographe	Maximum. observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum des 6 observ.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.	Vent dominant.		Nébulosité moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim.				
1	569,76	+ 6,46	567,45	571,24	— 8,04	— 4,88	—12,0	— 6,3	.....	.. ..	....	SW.	1	0,47
2	570,94	+ 7,71	570,30	571,85	— 2,72	+ 0,58	— 8,4	— 0,8	200	23,4	....	SW.	2	1,00
3	567,98	+ 4,82	567,00	570,10	— 1,86	+ 1,58	— 4,9	0,0	30	11,0	....	SW.	1	0,67
4	566,34	+ 3,24	565,65	567,90	— 3,76	— 0,18	— 6,8	— 0,6	.....	.....	....	SW.	1	0,50
5	566,02	+ 2,98	565,12	567,55	— 2,44	+ 1,28	— 7,8	— 0,2	.....	.....	....	SW.	1	0,25
6	570,87	+ 7,89	567,90	573,20	+ 4,21	+ 8,07	— 2,0	+ 6,6	.....	.....	....	NE.	1	0,45
7	573,51	+10,59	573,39	573,98	+ 4,23	+ 8,22	+ 1,2	+ 6,8	.....	.....	....	NE.	1	0,07
8	572,63	+ 9,77	572,20	573,40	+ 7,01	+11,13	+ 2,0	+ 9,4	.....	.....	....	SW.	1	0,47
9	570,46	+ 7,66	568,60	572,20	+ 6,88	+11,13	+ 3,0	+ 8,6	.....	.....	....	NE.	1	0,42
10	566,46	+ 3,71	565,20	568,35	+ 2,74	+ 7,12	+ 1,3	+ 7,2	.....	.....	....	SW.	1	0,53
11	564,35	+ 1,65	562,78	565,55	— 1,32	+ 3,19	— 1,2	— 0,6	.....	.....	....	SW.	1	0,98
12	561,85	— 0,80	561,28	562,70	— 1,07	+ 3,58	— 1,8	— 0,4	200	109,6	....	SW.	1	1,00
13	563,62	+ 1,02	561,90	566,02	— 0,32	+ 4,46	— 3,0	+ 4,0	.....	28,0	....	NE.	1	1,00
14	567,93	+ 5,38	566,10	569,55	— 0,42	+ 4,48	— 3,2	+ 1,5	.....	.....	....	SW.	1	0,62
15	570,71	+ 8,21	569,30	572,60	+ 1,41	+ 6,43	+ 0,2	+ 3,9	.....	.....	....	SW.	1	0,42
16	572,59	+10,13	572,15	572,92	— 0,27	+ 4,87	— 1,3	+ 3,6	.....	.....	....	SW.	1	0,25
17	572,25	+ 9,83	571,92	572,95	+ 1,13	+ 6,39	— 0,2	+ 6,9	.....	.....	....	SW.	1	0,00
18	570,01	+ 7,63	568,80	571,95	+ 0,03	+ 5,41	— 2,4	+ 3,8	.....	.....	....	var.		0,02
19	568,14	+ 5,80	567,12	569,10	— 1,29	+ 4,20	— 2,6	+ 2,5	.....	.....	....	SW.	1	0,37
20	566,24	+ 3,94	565,60	567,03	— 3,52	+ 2,08	— 4,1	0,0	.....	.....	....	SW.	2	0,43
21	566,61	+ 4,35	566,05	567,60	— 1,72	+ 3,99	— 6,0	+ 1,1	.....	.....	....	var.		0,00
22	566,83	+ 4,60	564,15	568,02	— 2,89	+ 2,93	— 4,2	+ 2,5	180	8,5	....	NE.	1	0,07
23	555,62	— 6,57	551,25	563,80	— 8,84	— 2,91	—14,9	— 1,5	90	3,1	....	SW.	1	1,00
24	552,63	— 9,52	551,05	554,32	— 9,67	— 3,64	—14,3	— 7,1	140	9,5	....	SW.	2	1,00
25	557,58	— 4,54	554,50	561,08	— 7,26	— 1,13	—10,5	— 3,3	.....	.....	....	SW.	1	0,73
26	565,11	+ 3,02	561,70	567,40	— 4,84	+ 1,39	— 9,3	— 1,2	.....	.....	....	SW.	1	0,00
27	566,02	+ 3,96	565,09	567,35	— 3,12	+ 3,21	— 6,2	+ 1,1	.....	.....	....	NE.	1	0,00
28	563,49	+ 1,46	562,25	564,95	— 2,04	+ 4,39	— 3,9	+ 0,5	.....	.....	....	NE.	1	0,57
29	562,19	+ 0,19	562,04	562,59	— 4,47	+ 2,06	— 6,3	— 1,0	10	1,0	....	NE.	1	0,82
30	561,42	— 0,55	561,00	562,07	— 5,99	+ 0,64	— 7,8	— 1,8	.....	....	....	NE.	1	0,47
Mois	566,34	+ 4,31			— 1,67	+ 3,63								0,49

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — NOVEMBRE 1895.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	569,77	569,43	569,42	569,64	569,39	569,31	569,46	569,56
2e » ...	567,85	567,69	567,59	567,85	567,71	567,62	567,89	567,95
3e » ...	562,23	561,83	561,66	562,00	561,61	561,42	561,55	561,69
Mois	566,61	566,32	566,22	566,50	566,24	566,12	566,30	566,40

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	— 1,73	+ 0,80	+ 2,63	+ 1,70	+ 0,96	+ 0,83
2e » ...	— 0,69	+ 0,25	+ 0,71	— 0,07	— 0,94	— 1,22
3e » ...	— 5,56	— 4,18	— 3,44	— 4,71	— 5,50	— 5,68
Mois	— 2,66	— 1,04	— 0,03	— 1,03	— 1,83	— 2,02

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade...	— 3,44	+ 3,07	0,48	34,4	230
2e » ...	— 1,96	+ 2,52	0,51	137,6	200
3e » ...	— 8,34	— 1,07	0,47	22,1	420
Mois	— 4,58	+ 1,51	0,49	194,1	850

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SW a été celui de 0,44 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° W., et son intensité est égale à 43,3 sur 100.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME TRENTE-QUATRIÈME

(3me PÉRIODE)

1895. — Nos 7 à 12.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

CHIMIE

PHYSIOLOGIE

Compte rendu des séances de la Société vaudoise des sciences naturelles, à Lausanne.

Compte rendu des séances de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel.

Compte rendu des séances de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève.

Compte rendu des séances de la Société de chimie de Genève.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève et au Grand Saint-Bernard.

TABLE DES AUTEURS

POUR LES

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

SUPPLÉMENT

A LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ANNÉE 1895, Tomes XXXIII et XXXIV (Troisième période).

A

B

E

H

T

U

V

W

Y

Z

Genève. — Impr. Rey & Malavallon.




CoLibrì
COVER SYSTEM
Made in Italy
06-08 MIN
8 032919 990075
www.colibrisystem.com


UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 111414824